DEUTSCHE CHIRURGIE

MIT ZAHLREICHEN HOLZSCHNITTEN UND LITHOGR. TAFELN

BEARBEITET VON

Prof. Dr. **Bandl** in Wien, Prof. Dr. **Bardenheuer** in Cöln, Prof. Dr. **v. Bergmann** in Berlin, Prof. Dr. **Billroth** in Wien, Prof. Dr. **Braun** in Jena, Prof. Dr. **Breisky** in Prag, Prof. Dr. **P. Bruns** in Tübingen, Prof. Dr. **Chrobak** in Wien, Prof. Dr. **Dittel** in Wien, Prof. Dr. **Esmarch** in Kiel, Prof. Dr. **H. Fischer** in Breslau, Dr. **G. Fischer** in Hannover, Prof. Dr. **E. Fischer** in Strassburg, Prof. Dr. **Frisch** in Wien, Prof. Dr. **Fritsch** in Breslau, Prof. Dr. **Gerhardt** in Berlin, Doc. Dr. **J. Grünfeld** in Wien, Prof. Dr. **Gussenbauer** in Prag, Prof. Dr. **Gusserow** in Berlin, Prof. Dr. **Haeser** in Breslau, Prof. Dr. **Heineke** in Erlangen, Prof. Dr. **Helferich** in Greifswald, Prof. Dr. **Kaposi** in Wien, Dr. **Kappeler** in Münsterlingen, Dr. **Kaufmann** in Zürich, Doc. Dr. **W. Koch** in Dorpat, Prof. Dr. **Kocher** in Bern, Prof. Dr. **Koenig** in Göttingen, Prof. Dr. **Kraske** in Freiburg, Prof. Dr. **Krönlein** in Zürich, Prof. Dr. **Lossen** in Heidelberg, Prof. Dr. **Luecke** in Strassburg, Prof. Dr. **Maas** in Würzburg, Prof. Dr. **Madelung** in Rostock, Prof. Dr. **Mikulicz** in Krakau, Prof. Dr. **P. Müller** in Bern, Prof. Dr. **v. Nussbaum** in München, Prof. Dr. **Olshausen** in Halle, Doc. Dr. **Pawlik** in Wien, Prof. Dr. **v. Recklinghausen** in Strassburg, Prof. Dr. **Reder** in Wien, Dr. **Riedel** in Aachen, Prof. Dr. **Riedinger** in Würzburg, Prof. Dr. **Rose** in Berlin, Dr. **M. Schede** in Hamburg, Prof. Dr. **B. Schmidt** in Leipzig, Prof. Dr. **Schüller** in Berlin, Prof. Dr. **Schwartze** in Halle, Prof. Dr. **Socin** in Basel, Prof. Dr. **Sonnenburg** in Berlin, Prof. Dr. **Störk** in Wien, Prof. Dr. **Thiersch** in Leipzig, Doc. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Trendelenburg** in Bonn, Prof. Dr. **Vogt** in Greifswald, Prof. Dr. **R. v. Volkmann** in Halle, Dr. **Wagner** in Königshütte, Dr. **Wegner** in Stettin, Prof. Dr. **Winckel** in München, Prof. Dr. **v. Winiwarter** in Lüttich, Prof. Dr. **A. Wölfler** in Wien, Prof. Dr. **Zahn** in Genf, Prof. Dr. **Zweifel** in Erlangen.

HERAUSGEGEBEN VON

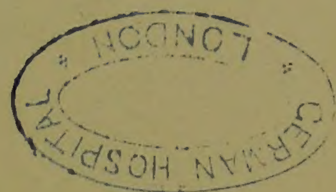
PROF. DR. BILLROTH UND **PROF. DR. LUECKE**
IN WIEN. IN STRASSBURG.

Lieferung 27.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDIANND ENKE.
1886.

DIE LEHRE

VON DEN



KNOCHENBRÜCHEN

VON

DR. PAUL BRUNS,
PROFESSOR IN TÜBINGEN.

MIT 239 HOLZSCHNITTEN.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1886.

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.



Inhaltsverzeichniss.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Aetiologie der Knochenbrüche.

A. Die allgemeinen Häufigkeitsverhältnisse. Allgemeine Statistik.

B. Allgemeine Ursachen der Knochenbrüche.

a. Prädisponirende Ursachen.

Zweiter Abschnitt.

Anatomische Verhältnisse der Knochenbrüche.

A. Art der Knochentrennung.

Dritter Abschnitt.

Allgemeine Symptomatologie und Diagnose der Knochenbrüche.

Vierter Abschnitt.

Verlauf der Knochenbrüche im Allgemeinen.

Seite

Fünfter Abschnitt.

Prognose der Knochenbrüche im Allgemeinen.

Sechster Abschnitt.

Allgemeine Therapie der Knochenbrüche.

Siebenter Abschnitt.

Die üblen Zufälle und Folgezustände der Knochenbrüche und deren Behandlung.

Literatur.

Allgemeine Werke über Knochenbrüche.

J. L. Petit: Traité des maladies des os. Paris 1705. Nouv. édit. par Louis. 1772. — G. J. Duverney: Traité des maladies des os. Paris 1751. — J. F. Henkel: Abhandl. von Beinbrüchen und Verrenkungen. Berlin 1759. — Ders.: Vollständige Abhandl. von Beinbrüchen, Verrenkungen und den übrigen Zufällen der Knochen. Hamburg 1767. — Percival Pott: Some few general remarks on fract. and dislocat. London 1765. — Ders.: Chirurgical works. Dublin 1778 (Vol. II). — H. Boerhave: Vollständige Abhandl. von Beinbrüchen, Verrenkungen und übrigen Krankheiten der Knochen. Hamburg 1767. — J. P. Koch: Aus Gründen und Erfahrungen entworfene Abhandl. von Beinbrüchen überhaupt. Jena 1770. — J. F. Böttcher: Abhandl. von den Krankheiten der Knochen, Knorpel und Sehnen. Dessau 1781. — J. Aitken: Essays on fract. and dislocat. London 1790. — Deutsch: Ueber Beinbrüche und Verrenkungen, übers. von Reich. Nürnberg 1793. — C. F. Closs: Ueber die Krankheiten der Knochen. Tübingen 1798. — Desault: Oeuvres chirurg., par Bichat. Paris 1798. T. I. — J. G. Bernstein: Ueber Verrenkungen und Beinbrüche. Jena und Leipzig 1802. — Boyer: Leçons sur les malad. des os, par Richerand. Paris 1803. — Hampe: Ueber die Entstehung, Erkenntniss und Kur der Knochenbrüche. Bremen 1805. — Lämmerhirt: Taschenbuch über Beinbrüche und Verrenkungen. Berlin 1807. — Astley Cooper: A treatise on dislocat. and on fract. of the joints. London 1822. — Meynier: Considérat. génér. sur les fract. et leur traitement. Dôle 1824. — J. Amesbury: Lectures on the nature and treatment of fract. etc. London 1827. — A. L. Richter: Handb. der Lehre von den Brüchen und Verrenkungen der Knochen. Berlin 1828. — Ders.: Lehrbuch von den Brüchen und Verrenkungen der Knochen. Berlin 1833. — Ancelon: Considérat. générales sur les fract. Strasbourg 1828. — S. D. Gross: The anatomy, physiology and diseases of the bones and joints. Philadelphia 1830. — Herzberg: Tabellar. Uebersicht d. Fract. u. Luxat. Berlin 1831. — Bransby Cooper: Surgical Essays. London 1833. — M. Hager: Die Knochenbrüche, Verrenkungen u. Verkrümmungen. Wien 1836. — J. Kugler: Prakt. Abhdl. sämmtlicher Knochenbrüche am menschl. Körper. Wien 1837. — Korzeniewski: De ossibus fractis tractatus. Vilnae 1837. — M. Jäger: Ueber Fracturen (Separat-Abdruck aus den Handwörterb. der Chir. und Augenheilkunde). Leipzig 1837. — E. F. Lonsdale: A pract. treatise on fractures. London 1838. — Dupuytren: Leçons orales de clinique chirurg. 2. édit. Paris 1839. T. I. — J. P. Holmes: A treatise on dislocat. and fractures. London 1842. — F. G. Meyer: Die Lehre von den Fracturen. Berlin 1843. — F. J. Behrend: Ikonograph. Darstellung der Beinbrüche und Verrenkungen. Leipzig 1845. — J. v. Mebes: Die Knochenbrüche, ihre Entstehung, Diagnose und Heilung. Leipzig 1845. — R. Froriep: Tafeln über die Knochenbrüche. Weimar 1847. — Malgaigne: Traité des fractures et des luxations. Paris 1847. — Deutsch von Burger. Stuttgart 1850. — R. W. Smith: A treatise on fractures in the vicinity of joints. Dublin 1847. — Middeldorpf: Beiträge zur Lehre von den Knochenbrüchen. Breslau 1853. — Gerdy: Chirurgie practique. 3. Monographie: maladies des organes du mouvement. Paris 1855. —

Ravoth: Klinik der Knochen- und Gelenkkrankheiten. Berlin 1856. — Hussa: Compendium der Lehre von den Knochenbrüchen. Wien 1858. — J. Maclise: On dislocat. and fractures. London 1859. — C. O. Weber: Chirurg. Erfahrungen und Untersuchungen (II. Prakt. Bemerkungen über die Knochenbrüche). Berlin 1859. — T. Hornridge: General pathology of fractures. In: A system of surgery by T. Holmes. London 1860. Vol. I. — F. H. Hamilton: A practical treatise on fractures and dislocations. Philadelphia 1860 (Deutsch nach der 5. Auflage von A. Rose. Göttingen 1877). — E. Gurlt: Handbuch der Lehre von den Knochenbrüchen. Erster oder allgemeiner Theil. Berlin 1862. — R. Volkmann: Die Krankheiten der Bewegungsorgane. Handbuch der Chirurgie von Pitha u. Billroth. II. Bd. 2. Abth. Erlangen 1865. — Anger: Traité iconograph. des maladies chirurg. 1. Partie: Luxations et fractures. Paris 1866. — L. A. Stimson: A treatise on fractures. London 1883. — Packard: Fractures. Internat. encyclop. of surg. Vol. IV. London 1884. — P. Pick: Fractures and dislocations. London 1885.

Literatur zum ersten Abschnitt.

Cap. I—VI.

Syme: 140 cases of fract. Edinb. med. Journ. 1831. p. 234. — Lonsdale: Treatise on fractures. London 1838. p. 18 (Statistik über 1901 Fr. aus dem Middlesex Hospital in London 1831—37). — Wallace: Med. Examiner 1838 und Amer. Journ. of the med. sc. 1839. Vol. 23. p. 259 (Statistik über 1810 Fracturen aus dem Pennsylvania Hosp. in Philadelphia. 1751—1838). — Malgaigne: Etudes statistiques sur les fract. et les luxations. Annales d'Hygiène publique et de Méd. lég. 1839. T. 22. p. 241 (Statistik über 2347 Fracturen aus d. Hôtel Dieu in Paris 1806—08 u. 1830—37). — Fricke: Ueber die im Jahre 1838 vorgekommenen Knochenbrüche. Zeitschr. f. d. ges. Med. 1840. S. 1. — Baudens: Compte-rendu des fract. des membres traités à la clinique ext. du Val-de-Grâce. Gaz. des hôpit. 1844. p. 389. — Norris: Amer. Journ. of the med. sc. 1841. Vol. I. p. 324. Vol. XXIV. 1852. p. 301 (Statistik über 1441 Fracturen a. d. Pennsylvania-Hosp. in Philadelphia 1830—49). — Banner: Edinb. med. and surg. Journ. 1843. Vol. 59. p. 1 (Statistik über 819 Fracturen a. d. Liverpool Northern Hosp. 1834—41). — v. Mebes: Die Knochenbrüche, ihre Entstehung, Diagnose und Heilung. Leipzig 1845 (Statistik über 375 Fracturen a. d. chirurg. Klinik zu Dorpat). — Lente: A statistical and critical account of fract. in the New York Hosp. during 12 years. New York Journ. 1851. p. 154 (Statistik über 1722 Fracturen a. d. New York Hosp. 1839—51). — Lange: 197 Fälle von Knochenbrüchen. Zeitschr. f. klin. Med. 1852. — Middeldorpf: Beiträge zur Lehre von den Knochenbrüchen. Breslau 1853 (Statistik über 325 Fracturen a. d. Allerheiligen-Hosp. in Breslau. 1849—53). — Matiejowsky: Prag. Vierteljahrsschr. 1857. Bd. 53. S. 142 (Statistik über 1086 Fracturen a. d. allg. Krankenhause in Prag. 1843—55). — Blasius: Neue Beitr. z. prakt. Chir. Leipzig 1857. p. XXV (Statistik über 778 Fracturen a. d. chir. Klinik u. Poliklinik zu Halle. 1831—56). — Heyfelder: Deutsche Klinik 1858. Monatsblatt Nr. 6 (Statistik über 562 Fracturen a. d. chir. Klinik in Erlangen. 1825—54). — Campbell: Report on 142 cases of fract. treated in Bellevue Hosp. New York med. Journ. 1858. — Gurlt: Beiträge zur Statistik der Fracturen u. Luxationen. Deutsche Klinik. 1859. Monatsbl. Nr. 1. S. 1 (Statistik über 1631 Fracturen a. d. Hospitälern und chirurg. Poliklin. 1851—56). — C. O. Weber: Chirurg. Erfahrungen und Untersuchungen. Berlin 1859. S. 64 (Statistik über 733 Fracturen a. d. chirurg. Klinik u. Poliklinik zu Bonn. 1819—57). — Werner: Bericht über die v. 1. Juli 1855 bis 31. März 1857 an der v. Bruns'schen Klinik zu Tübingen zur Behandlung gekommenen Fracturen. Württemb. med. Corresp.-Blatt. 1859. S. 113. — Cooper: Statistics of compound fract. Med. Tim. and Gaz. 1861. p. 167. — Gurlt: Eine Normalstatistik für die relative Frequenz der Knochenbrüche. Arch. f. Klin. Chir. 1862. Bd. 3. S. 393 (Statistik über 22,616 Fracturen a. d. London Hosp. 1842—62). — Moritz: Die Knochenbrüche im Obuchow-Spital aus den Jahren 1852—64. St. Petersb. med. Zeitschrift. 1866. Bd. II. S. 205 (Statistik über 1069 Fracturen). — Neumann: Zur Statistik der Fracturen. Inaug.-Dissert. Leipzig 1866 (Statistik über 388 Fracturen aus der chirurgischen Klinik zu Leipzig). — Käuffer: Zur Statistik der Fracturen der langen Röhrenknochen. Inaug.-Dissert. Leipzig 1867 (Statistik über

383 Fracturen a. d. Kreiskrankenhause i. Zwickau 1844—66). — Cheever: Synopsis of 500 fractures treated at the Boston City Hosp. 1864—67. Bost. med. and surg. Journ. Jan. 2. 1868. — Leisrink: Studien über Fracturen a. d. Hamburger allg. Krankenhause. Arch. f. kl. Chir. 1872. Bd. 14. S. 46 (Statist. üb. 470 Fracturen). — Norris: Contributions to the pract. surg. Philadelphia 1873 (Statistik über 2208 Fracturen a. d. Pennsylvania Hosp. 1830—50). — Moritz: Die Knochenbrüche der männl. Abthlg. im Obuchow-Spital aus den Jahren 1865—72. St. Petersb. med. Zeitschr. 1875. N. Folge Bd. 5. S. 436 (Statist. üb. 1021 Fracturen). — Krönlein: Die v. Langenbeck'sche Klinik und Poliklinik zu Berlin v. 1. Mai 1875 bis 31. Juli 1876. Arch. f. kl. Chir. 1877. Bd. 21. Suppl.-Heft (Statist. üb. 563 Fracturen). — Laboubée: Statistique des fract. du membre inf., observées à l'hôpital de Canton de 1855 à 1877. Thèse. Paris 1878. — Gurlt: Zur Statistik der Knochenbrüche. Arch. f. klin. Chir. 1880. Bd. 25. Heft 2 (Statistik über 51,938 Fracturen aus dem London Hospital 1842—77). — Statist. Sanitätsbericht über die k. preuss. Armee und das XIII. Armeekorps 1874—78. Berlin 1880 (Statistik über 3435 Knochenbrüche). — Drozynski: Zur Statistik der Knochenbrüche. Inaug.-Dissertation. Breslau 1880 (Statistik über 2958 Fracturen a. d. chirurg. Klinik u. Poliklinik zu Breslau 1830—80). — Aerztl. Bericht des k. k. allg. Krankenhauses zu Wien 1880. S. 48 (271 Fälle). — Stetter: Einfache Fracturen und deren Folgen (173 Fälle). Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 14. 1881. S. 63. — F. Paalzow: Zur Casuistik der Fracturen der Extremitätenknochen. Inaug.-Dissert. Berlin 1882. — H. Zelle: Beitrag zur Statistik der subcutanen Fracturen an Kopf und Rumpf. Inaug.-Dissert. Berlin 1883. — Drecker: Beitrag zur Statistik der Fracturen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 27. S. 928 (Statistik über 2021 Fracturen aus einem Zeitraum von 5 Jahren im Bezirk des märkischen Knappschaftsvereines). — Agnew: The principles and practice of surgery. Vol. I. Philadelphia 1878. p. 815 (Statistik über 6485 Fracturen aus dem Pennsylvania Hospital 1850—74). — Péan: Statistique générale des fract. traitées dans notre service 1877—78. Leçons de clin. chirurg. Paris 1882. p. 245.

Cap. VIII.

van Muschenbroek: Introduct. ad philosoph. natural. T. I. Lugd. Bat. 1762 (Abschnitt: Experimenta in ossibus). — Wilson: Lectures on the structure and diseases of the bones. London 1820. — Bevaw cit. nach Valentin. Lehrb. der Physiol. Braunschweig 1844. Bd. 1. S. 110. — Wertheim: Ueber die Elasticität und Festigkeit der vorzüglichsten Gewebe des menschl. Körpers. Annal. de chimie et physique. 1847. — C. O. Weber: Chirurg. Erfahrungen und Untersuchungen. Berlin 1859. S. 80. — H. Meyer: Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig 1873. — A. Rauber: Elasticität und Festigkeit der Knochen. Leipzig 1876. — Ders.: Centralbl. f. d. med. Wissenschaft. 1874. Nr. 56. — Ibid. 1876. Nr. 14. — Messerer: Ueber Elasticität und Festigkeit der menschl. Knochen. Stuttgart 1880. — Charpy: De la résistance des os aux fract. Revue de chirurgie. 1885. Nr. 8—9.

Cap. XII.

Lobstein: Traité d'anat. pathol. II. Paris 1833. — Rumpelt: Ueber den Ursprung der sog. freiwilligen Knochenbrüche. Rust's Magazin der Heilkunde. 1834. Bd. 42. — E. Meusel: Osteopsathyrosis. Inaug.-Dissert. Würzburg 1840. — Stanski: Recherches sur les maladies des os designées sous le nom d'ostéomalacie. Paris 1851. — Beylard: Du rachitis, de la fragilité des os, de l'ostéomalacie. Paris 1852. — Chadwick: Cases of spont. fract. Assoc. med. J. 1854. p. 196. — Gurlt: Ueber Knochenbrüchigkeit u. über Fracturen durch blosse Muskelaktion. Deutsche Klinik. 1857. S. 231. — Triponel: Des fract. dites spontanées. Thèse. Strasbourg 1858. — Robert: Conférences de clin. chirurg. Paris 1860. Art. Fract. spontanées. p. 493. — R. Volkmann: Krankheiten der Bewegungsorgane. Handb. der Chirurgie von Pitha-Billroth. II. Bd. 2. Abth. — Pfeifer: Ueber die sog. spontanen Continuitätstrennungen der Röhrenknochen. Inaug.-Dissert. Berlin 1869. — Nagel: Ueber Prädisposition zu Knochenbrüchen. Inaug.-Dissert. Marburg 1870. — Cheever: Spontan. fract. Boston 1871. — Patey: Etude d'ensemble sur les fract. spontanées. Thèse. Nr. 317. Paris 1878. — Borel: Etiologie des fract. pathol.

Thèse. Nr. 207. Paris 1879. — Gillette: Sur l'étiologie et l'étude clinique des fract. dites spontanées. Union méd. 1875. Nr. 41, 49. — Chauvin: Sur les fract. spontanées et particuliérement les fract. des côtes. Thèse. Nr. 252. Paris 1886. — Picqué: Réflexions sur quelques cas de fract. spont. Gaz. méd. de Paris. 1885. p. 209. — Maydl: Einige Fälle von Spontanfractur. Allg. Wien. med. Ztg. 1882. Nr. 31. — French: Spontan. fractures. St. Louis med. and surg. Journ. 1882. p. 357.

Spontanfracturen bei Tabes dorsualis. W. Mitchell: Am. Journ. of med. sc. July 1873. Nr. 113. — Charcot: Arch. de Physiol. 1874. p. 166. — Ders: Klin. Vorträge über Krankheiten des Nervensystems. Uebers. von B. Fetzer. II. Abth. S. 403. — Triponel: Des fract. dites spontanées. Thèse. Strasbourg 1858. p. 11. — Bergeron: Des fract. spont. chez les ataxiques. France méd. 1874. p. 209. — Forestier: Etudes sur quelques points de l'ataxie locomotrice progressive. Thèse. Paris 1874. — Démarquay: France méd. 1874. Nr. 57. — Gillette: Union méd. 1875. No. 41. — Chouppe, Heydenreich, Damaschino, Voisin, Lannelongue, Lamare, Raymond, Hayem: Bull. de la soc. anat. 1873—1875. — Brochin: Des lésions osseuses chez les ataxiques. Gaz. des hôpit. 1875. Nr. 12. — Oulmont: Le progrès méd. 1877. Nr. 28. — Ollendorf: Zur Lehre von der Tabes dors. Inaug.-Dissert. Breslau 1877. S. 40. — Feuvrier: Thèse. Paris 1877. — Buzzard: Brit. med. Journ. Febr. 14. 1880. p. 244. — Hutchinson: Brit. med. Journ. 1880. I. p. 245. — Sturge: Brit. med. Journ. 1880. Febr. 14. p. 245. — Westphal: Berl. klin. Wochenschr. 1881. Nro. 29. S. 415. — Stroici: Fract. spontan. chez les ataxiques. Paris 1882. — P. Bruns: Spontanfracturen bei Tabes. Berl. klin. Wochenschr. 1882. Nr. 11. — F. Leroy: Des fr. chez les ataxiques. Thèse. Paris 1883. — Krönlein: Multiple Fract. bei Tabes. Correspondenz-Blatt für Schweizer Aerzte. 1885. S. 212. — Dutil: Gaz. de Paris. 1885. Nro. 24.

Spontanfracturen bei chronischen Geisteskranken. Davey: Med. Tim. 1842. Vol. VII. p. 195. — Ders: Brit. med. Journ. June 13. 1874. p. 794. — Dickson: Transact. of the pathol. soc. of London. Vol. XXI. — Pedlar: West Riding Asylum Rep. Vol. I. 1871 (Am. Journ. of med. sc. July 1874. p. 124). — Warder: London Journ. of mental sc. Jan. 1871 (Am. Journ. of med. sc. July 1874. p. 124). — Williams: Lancet. Sept. 3. 1870. — Ormerod: St. Barthol. Hosp. Rep. 1870. Vol. VI. p. 65. — Hill: Med. Tim. Febr. 26. 1870. — Hearder: Bost. med. and surg. Journ. Apr. 27. 1871. — Gudden: Arch. für Psych. und Nervenkrankheiten. 1870. II. S. 682. — Meyer: Virchow's Arch. 1871. Bd. 52. S. 441. — Mercer: Brit. med. Journ. Apr. 25. 1874. p. 540. — Crampton: Lond. med. and surg. Journ. 1834. Vol. IV. p. 552 (Gurlt, Op. cit. S. 160). — Bonnel: Gaz. des hôpit. 1876. p. 939. — Moore: St. George's Hosp. Rep. 1872. p. 56. — Bionne: Gaz. des hôpit. 1875. — Mordret: Bull. de la soc. de chirurgie. 14 Août. 1878. p. 518. — Lähr: Allg. Zeitschr. für Psychiatrie. 1880. Bd. 37. p. 72. — Atkins: Brit. med. Journ. June 26. 1880. p. 965. — Biaute: De la paralysie génér. comme cause prédisp. pathol. des fract. Annal. méd.-psychol. Nov. 1876. p. 350. — Morselli: Riv. sperim. di freniatria. 1876. p. 21 (Revue des sc. méd. T. X. p. 208). — Verneuil: Bull. de la soc. de chirurgie. 11. Oct. 1876. p. 711. — Deas: Brit. med. Journ. July 7. 1877. p. 9. — Rogers: Journ. of mental sc. Apr. 1874. p. 81 (Jahresb. von Virchow-Hirsch). — H. Neumann: Ueber die Knochenbrüche bei Geisteskranken. Inaug.-Dissert. Berlin 1883. — Benham: Journ. of mental scienc. Vol. 31. 1885. p. 50.

Spontanfracturen bei Missbildungen des Gehirns und Rückenmarkes. Riez: Presse méd. belge 1876. Nr. 5 (Centralbl. für Chir. III. S. 269). — Ruge: Berl. klin. Woch. 1876. Nr. 6. S. 80. — Bergmann: Nasse, Zeitschr. für Anthropol. I. 1823. S. 412. — Virchow: Ges. Abhandlg. zur wiss. Med. Frankfurt 1856. S. 683.

Spontanfracturen bei Nekrose und Caries. Aubry: Des fract. spontanées compliquantes la periostite phlegmoneuse. Thése. Strasbourg 1869. — O. Volkmann: Ueber Spontanfracturen der Röhrenknochen bei Caries und Nekrose. Inaug.-Diss. Halle 1874. — Kaufmann: Des fract. spontanées consécutives à l'ostéomyélite. Thèse. Nr. 72. Paris 1878. — Pfeifer: Ueber die sog. spontanen Continuitätstrennungen der Röhrenknochen. Inaug.-Dissert. Berlin 1868. S. 25. — Boweret: Bull. de la soc. anat. 1875. p. 307. — Helferich: Aerztliches Intell.-Blatt. 1881. Nr. 13. S. 139. — Markoe: Diseases of the bones. London 1872. p. 189. — Billroth: Chirurg. Klinik. Berlin 1879. S. 487. — R. Volkmann: Krankheiten der Bewegungsorgane. Handb. der Chirurgie von Pitha-Billroth. 2. Bd. 2. Abthl. S. 361. — Ders.: Jahresb. von Virchow-Hirsch. 1868. II. S. 366. — König: Lehrb. der spec. Chir. Bd. 2. S. 884. — Blasius: Neue Beiträge zur prakt. Chirurgie.

Leipzig 1857. S. 82. 104. — Rosenberger: Berl. klin. Wochenschr. 1874. S. 161. — Windscheid: Corresp.-Blatt der ärztl. Vereine in Rheinland etc. 1876. Nr. 18. p. 2 (Centralbl. für Chir. 1876. S. 797). — Cartaz: Bull. soc. anat. 1872. p. 364. — R. Petit: Bull. soc. anat. 1865. p. 327. 330. — Marcano: Bull. de la soc. anat. 1874. p. 241. — Claussen: Beitrag zur Lehre von der Nekrose und dem Knochenabscess ohne Aufbruch. Inaug.-Dissert. Kiel 1875. S. 6. — Walsh: Lancet. 1879. Vol. II. p. 279. — Billroth: Allg. chirurg. Pathol. und Ther. 8. Aufl. Berlin 1876. S. 523. — Küster: 5 Jahre im Augusta-Hospital. Berlin 1877. S. 281. — Brun: Fract. spont. de l'humérus consécut. à l'ostéomyélite. France méd. 1878. p. 315. — Lagrange: Des abscès osseux consécut. à l'ostéomyélite des adolescents. Thèse. Nr. 73. Paris 1881. — Krause: Beitrag zur Pathologie und Therapie der Spontanfracturen durch Nekrose nach Osteomyelitis. Inaug.-Dissert. München 1881.

Spontanfracturen bei Rachitis. Guersant: Gaz. des hôpit. 1846. Nr. 8—14. p. 29. — Virchow: Das normale Knochenwachsthum und die rhachitische Störung desselben. Virchow's Archiv. 1853. Bd. V. S. 403. — Thomas: Ueber rhachit. Infraktionen. Inaug.-Dissert. Würzburg 1878. — Vollständige Literatur der Rhachitis bei Senator (Handb. der Pathol. und Ther. von Ziemssen) und Rehn (Handb. der Kinderheilkunde von Gerhardt. II. Bd. 2. Hälfte. S. 40).

Spontanfracturen bei Osteomalacie. Scoutetten: Gaz. méd. de Paris. 1841. p. 428. — Mosetig: Wien. med. Presse. 1868. S. 89. — Weinlechner: Wochenschr. der Ges. der Aerzte in Wien. 1869. XXV. p. 21. — Czerny: Wien. med. Wochenschr. 1873. Nr. 39. — B. Schmidt: Archiv der Heilkunde. XV. S. 81. — Volkmann: Beiträge zur Chirurgie. Leipzig 1875. S. 148. — Neill: Americ. Journ. of med. sc. July 1874. — Adams: Transact. of the pathol. soc. Vol. XXIII. — Paget: Lancet. 1876. Vol. II. p. 714. — Paddock: Amer. Journ. of med. sc. July 1873. p. 120.

Spontanfracturen bei Sarcom und Carcinom. Boichoz: Fract. spontanées dans le cancer des os. Thèse. Paris 1874. — Huberty: Ueber die Knochenbrüchigkeit bei Krebskranken. Inaug.-Dissert. Bonn 1878. — Chibrac: Les fract. spont. chez les cancéreux. Thèse. Nr. 24. Paris 1879. — Förster: Ueber Osteomalacie bei Krebskranken. Würzburg. med. Zeitschr. 1861. Bd. II. S. 1. — Gross: Am. Journ. of med. sc. July und Oct. 1879. — Thomsen: Krebsige Osteomalacie. Arch. für klin. Chir. 1872. Bd. 13. S. 235. — Rumpelt: Ueber den Ursprung der sog. freiwilligen Knochenbrüche. Rust's Magazin der Heilkunde. 1834. Bd. 42. — Leyden: Ueber Wirbelkrebs. Charité-Annal. 1863. — Lehmann: Ueber einen Fall von secundärem Knochenkrebse nach Exstirpation eines Carcinoma mammae. Inaug.-Dissert. Göttingen 1874. — Delarue: Etude sur le cancer de la colonne vertébrale consécut. au cancer du sein. Thèse. Paris 1876. — Krönlein: Secundäres Carcinom des Femur nach primärem Mammacarcinom. Corresp.-Blatt für Schweizer Aerzte. 1885. S. 212. — Gillette: Sur l'étiologie des fract. dites spontanées. Union méd. 1875. Nr. 41. 49. — Rossander: Schmidt's Jahrb. Bd. 95. 1857. S. 216. — H. Coot: Lancet. 1816. Vol. II. p. 262. — Gosselin: (s. v. Boichox). — Bailly: Bull. de la soc. anat. de Paris. 1856. — Callender: Med.-chir. Transact. Vol. 51 p. 145. — Hamilton: Brit. med. Journ. May 30. 1874. — Hulke: Med. Tim. and Gaz. July 29. 1876. — Dreyfuss: Bull. soc. anat. 1876. p. 573. — Bourras: Du pronostic des fract. chez les cancéreux. Thèse. Paris 1879. — Hamilton: Removal of the breast, followed by spont. fract. of the femur. Lancet. 1883. I. p. 945. — Terrillon: Bull. de la soc. anat. 1885. p. 98.

Spontanfracturen bei Enchondromen und Cysten. Gross: Am. Journ. of med. sc. Oct. 1879. — Froriep: Chirurg. Kupfertafeln. Taf. 438—440. Weimar 1842. — Körte: Zwei Fälle von Knochencysten im Oberschenkel. Deutsche Zeitschrift für Chir. — Nélaton: Elém. de pathol. chirurg. T. II. p. 48. — Engel: Ueber einen Fall von cystoider Entartung des gesammten Skelets. Inaug.-Dissert. Giessen 1864.

Spontanfracturen bei Echinococcen der Knochen. Gurlt: Op. cit. S. 193 (Zusammenstellung von 4 Fällen von Dupuytren, Crompton, Webster, Wickham). — Cruveilhier: Anat. pathol. génér. T. I. p. 185. — Escarraguel, cit. von Viertel: Ueber Knochenechinococcen. Arch. für klin. Chir. Bd. 18. S. 484. — Roussin: Bull. de la soc. anat. de Paris. T. 26. p. 134. — Küster: Berl. klin. Wochenschr. 1870. S. 145. Lancet. 1874. Vol. II. p. 156. — Labée: Union méd. 1875. Nr. 41. — Reczey: Deutsche Zeitschrift für Chir. 1876. Bd. 7. S. 285. — Kanzow-Virchow: Virchow's Arch. 1880. Bd. 79. S. 180.

Spontanfracturen bei Syphilis. Sigmund: Ueber Beinbrüche bei merkurialisirten Syphilitischen. Ztschr. d. Gesellsch. d. Aerzte zu Wien. 1860. XVI. Nr. 28. — Petit: De la syphilis dans ses rapports avec le traumatisme. Thèse. Paris

1875. — Düsterhoff: Einfluss der constit. Syphilis auf den Verlauf der Kriegsverletzungen. Arch. f. klin. Chir. 1878. XXII. S. 930. — Hutchinson: London Hosp. Rep. Vol. III. 1866. p. 381. — Elliot: Brit. med. Journ. 1869. p. 347. — Delens: Gaz. des hôpit. 11 Août. 1864. — Chassaignac: Bull. de l'acad. de méd. XX. p. 449. — Hase: De ostitide gummosa. Dissert. inaug. Halle 1864. — Holmes: A syst. of surg. Vol. III. p. 664. — Parrot: Arch. de Physiol. 1871/72. p. 320. 328. — Ibid. 1876. p. 133. — Ders.: Bull. de la soc. anat. 1873. p. 92. 158. 392. — Ibid. 1875. p. 156, 513. — Poncet: Bull. de la soc. anat. 1874. p. 118. — Porak: Bull. de la soc. de chir. 1877. p. 608. — Polaillon: Bull. de la soc. de chir. — Pellizari: Wien. med. Wochenschr. 1885. S. 337. — Charpy: De la fragilité des os chez les syphilitiques. Annal. de dermatol. et syph. Vol. VI. 1885. p. 269. — Breda: Wien. med. Wochenschr. 1885. Nr. 35.

Spontanfracturen bei Skorbut. Goedechen: Zeitschrift f. d. ges. Med. 1837. Bd. 6. S. 226. — Lingen: Med. Zeitung Russlands. 1845. S. 39 (Schmidt's Jahrb. 1846. Bd. 51. S. 40). — Oserezkowski: Zwei Fälle von spontaner Rippenfractur beim Skorbut. Wratsch. 1881. Nr. 51 (Centralbl. f. Chir. 1881. VIII. S. 300). — Tschudnowski: Centralbl. f. Chir. 1881. Nr. 51. S. 301.

Spontanfracturen aus unbekannter Ursache. Ekmann: Dissert. med. descriptionem et casus aliquot osteomalaciae sistens. Upsaliae 1788. — Gibson: Instit. and pract. of surg. 7. edit. Philadelphia 1845. Vol. I. p. 237. — Hamilton: Fract. and dislocat. 4. edit. Philadelphia 1871. p. 30. — Greenish: Brit. med. Journ. June 26. 1880. p. 966. — Blanchard: A rare case of fragilitas ossium. Chicago med. Journ. 1876. p. 7. — Arnott: Med. Gaz. 1833. Vol. XII. p. 366. — Fleming: Edinb. med. Journ. Vol. VIII. — Jones: Brit. med. Journ. Jan. 1870. — Pritchard: Hereditary predisposition to fract. Lancet. 1883. II. p. 394.

Spontane Epiphysenlösung.

Entzündliche Epiphysenlösung. Reichel: De epiphys. ab ossium diaphysi deductione. Diss. inaug. Lipsiae 1759. — Gerichten: Ueber die Abtrennung der Knochenansätze. Inaug.-Diss. Erlangen 1841. — Chassaignac: Mém. sur l'ostéomyélite. Compt. rend. de l'acad. des scienc. Vol. 37. p. 777. — Wernher: Handb. der Chir. Bd. 1. S. 751. — Gosselin: Sur les ostéites épiphys. des adolescents. Archiv. génér. 1858. — Klose: Die Epiphysentrennung, eine Krankheit der Entwicklungszeit. Prager Vierteljahrsschrift. Bd. XV. 1858. — Frank: Ueber entzündliche Epiphysentrennung. Inaug.-Diss. Giessen 1860. — Ders.: Nekrose mit Epiphysenlösung. Deutsche Klinik. 1861. S. 332. — Demme: Ueber Osteomyelitis spont. diff. Arch. f. klin. Chir. Bd. 3. 1862. S. 231. — Studsgaard: Om Osteomyelit. diff. Inaug.-Diss. Kopenhagen 1863 (Arch. f. klin. Chir. Bd. 8. S. 280). — Roser: Die pseudorheumatische Knochen- und Gelenkentzündung des Jünglingsalters. Arch. d. Heilk. Jahrg. VI. S. 136. — R. Volkmann: Die spontane Epiphysenlösung. Lehrb. der Chirurgie von Pitha-Billroth. II. 2. S. 326. — Cosseret: De la divulsion des épiphyses. Thèse. Nr. 141. Paris 1866. — Schniebs: Ueber Epiphysenlösung. Inaug.-Diss. Leipzig 1869. — Barth: Ueber Epiphysenlösung und deren Heilung. Arch. d. Heilkde. 1870. XI. S. 262. — Sézary: De l'ostéite aigue chez les enfants et les adolescents. Gaz. des hôpit. 1871. p. 9. — S. Fraenkel: Zur Casuistik d. Osteomyel. acuta spont. diff. Inaug.-Diss. Breslau 1873. — Lücke: Die primäre infektiöse Knochenmark- und Knochenhautentzündung. Deutsche Zeitschr. f. Chirurg. Bd. 4. 1874. S. 218. — Kocher: Die akute Osteomyelitis. Deutsche Zeitschr. f. Chirurg. XI. — Schede: Mittheilungen aus der chirurg. Abtheilung von Friedrichshain. 1878. — Bayer: Ueber entzündliche Epiphysenablösung. Inaug.-Diss. Würzburg 1877. — E. v. Wahl: Krankheiten der Knochen und Gelenke im Kindesalter. Handb. d. Kinderheilkunde von Gerhardt. Bd. 6. S. 319.

Syphilitische Epiphysenlösung. G. Wegner: Ueber hereditäre Knochensyphilis bei jungen Kindern. Virchow's Arch. Bd. 50. 1870. S. 305. — Waldeyer und Köbner: Zur Lehre von der hereditären Knochensyphilis. Virchow's Arch. Bd. 55. 1872. S. 367. — Charin: Gaz. méd. de Paris 1873. Nr. 31. 34. — Taylor: Syphil. lesions of the osseous syst. in infants. The am. Journ. for Obstetr. 1874. — Haab: Virchow's Arch. 1875. Bd. 65. S. 366. — Birch-Hirschfeld: Archiv d. Heilkunde 1875. XVI. S. 166. — Lewin: Berl. klin. Wochenschr. 1876. S. 33. — Korsun: Ueber die Veränderungen der Röhrenknochen in Folge von hereditärer Syphilis. Jahresber. des Findelhauses zu Moskau 1873/74. Centralbl. f. Chirurg.

1876. S. 450. — Lancereaux: Traité de la syphilis. Paris 1864. p. 550. — Valleix: Bull. de la soc. anat. de Paris. T. IX. p. 169. — Ranvier: Gaz. de Paris 1864. 39. — Bargione: Lo sperimentale. Juli 1864. — Guéniot: Bull. de la soc. de chir. 1870. p. 6. — Parrot: Arch. de physiol. 1871/72. p. 320, 328. — Ibid. 1876. p. 133. — Ders.: Bull. de la soc. anat. 1873. p. 92. 158. 392. — Ibid. 1875. p. 156. 513. — Poncet: Bull. de la soc. anat. 1874. p. 118. — Porak (Pollailon): Bull. de la soc. de chir. 1877. p. 608. — Haward: Lancet. May 5. 1877. p. 646. — Goodhart: Pathol. soc. Transact. XXVIII. p. 359. — van Harlingen: Philadelph. med. Tim. Oct. 11. 1879 (Centralbl. f. Chir. 1880. p. 16). — Veraguth: Virchow's Arch. 1881. Bd. 84. S. 325. — Eve: Med. Tim. and Gaz. Jan. 17. 1881.

Skorbutische Epiphysenlösung. Poupart: Histoire de l'acad. des sc. Année 1699. Paris 1732. p. 169. — Petit: Traité des malad. des os. Paris 1741. T. II. p. 368. — Saviard: Nouveau Recueuil d'observations chirurg. Paris 1702. p. 353. — Hofmann: Vom Schaarbocke etc. Münster 1782. — Th. Shmith: Haemorrhagic periostitis. Transact. of the pathol. soc. of London. Dec. 11. 1875. — Dumontpallier: Bull. de la soc. anat. 1852.

Cap. XIII.

Messerer: Ueber Elasticität und Festigkeit der Knochen. Stuttgart 1880. — Messerer: Experimentelle Untersuchungen über Schädelbrüche. München 1884. — P. Bruns: Ueber die Biegungsbrüche der Röhrenknochen. Beiträge zur klin. Chirurgie. Herausgeg. von P. Bruns. Bd. I. S. 1. — Reiff: Ueber den Biegungsbruch bei homogenen Cylindern oder cylindrischen Röhren. Ibid. S. 6. — P. Bruns: Die Torsions- oder Spiralbrüche der Röhrenknochen. Ibid. S. 229.

Cap. XIV.

Manne: Lettre sur les fract. dépendant des muscles. Journ. génér. de méd. Paris 1805. T. 23. p. 265. — Willaume: Fract. des os longs par l'action musculaire. Journ. univ. des sc. méd. 1818. p. 370. — Lallement: De fract. a muscul. actione pendentibus. Paris 1824. — Rogerie: Observat. sur les fract. déterminées par l'action muscul. Strasbourg 1828. — Dupuytren: Fract. des os par l'action muscul. Journ. hebd. de méd. et chir. prat. 1832. p. 446. — Serra: De l'action musculaire considérée comme cause des fract. Thèse de Montpellier. 1851. Nr. 87. — Gurlt: Ueber Knochenbrüchigkeit und Fracturen durch blosse Muskelaktion. Deutsche Klinik. 1857. S. 231. — Delens: Des fract. du corps de la clavicule par contraction musculaire. Arch. génér. 1875. Vol. I. p. 257. — Dauvel: Des fract. des os longs par contraction musculaire. Le Mans 1875.

Cap. XV.

Chaussier: Mém. sur les fract. et les luxat. survenues à des foetus etc. Bull. de la faculté de méd. de Paris 1814. T. III. — Doutrepont: Ueber Knochenbrüche der neugeborenen Früchte ohne äussere Veranlassung. Abhandlungen und Beiträge geburtshülfl. Inhaltes. Theil I. 1822. S. 220. — Hedinger: Ueber die Knochenverletzungen bei Neugeborenen. 1833. — Körber: Die Knochenbeschädigungen der Früchte vor, während und nach der Geburt. Inaug.-Diss. Würzburg 1835. — Ollivier: Des causes de différentes fract. des os du foetus etc. Annal. d'Hygiène publique et de Méd. légale. 1844. T. 32. — Landsberg: Ueber Fissuren und Fracturen am Schädel neugeborener Kinder. Henke's Zeitschr. für die St.-A.-K. 1847. Bd. 45. — Pajot: Des lésions traumat. que le foetus peut éprouver pendant l'accouchement. Thèse. Paris 1853. — Buchner: Ueber die angeborenen Schädelfissuren. Zeitschr. für die St.-A.-K. 1854. S. 396. — Barker: On intra-uterine fractures. Assoc. med. J. 1857. p. 806. — Gurlt: Ueber intrauterine Verletzungen des fötalen Knochengerüstes vor und während der Geburt. Monatsschr. f. Geburtskde. 1857. Bd. 9. S. 321. — Brodhurst: Cases of intra-uterine fract. Med.-chir. Transact. 1860. p. 115. — Casper: Neue Versuche an 60 Kinderleichen, betreffend die Kopfverletzungen der Neugeborenen. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. u. öffentl. Med. 1863. Bd. 23. — Jouslain: Des enfoncements et fract. du crane,

produits chez le nouveau-né pendant l'accouchement. Thèse. Paris 1865. — Kidd: Intra-uterine fractures. Dubl. Journ. of med. sc. 1868. p. 462. — Köhler: Ueber intrauterine Schädelimpressionen der Neugeborenen. Inaug.-Diss. Berlin 1869. — Hofmann: Ueber löffelförmige Schädelimpressionen bei Neugeborenen. Halle 1869. — Küstner: Die typischen Verletzungen der Extremitätenknochen des Kindes durch den Geburtshelfer. Habilitationsschrift. Halle 1877. — Delore: Fract. du foetus. Dict. encyclop. des sc. méd. Paris 1879. IV. 201. — Swan: Intra-uterine fractures. Med. Press and Circul. 1879. p. 160. — Rembold: Ueber Verletzungen des Kopfes und der Glieder der Kinder durch den Geburtsakt selbst und durch Einwirkung äusserer Gewalt etc. Stuttgart 1881. — Tapret: Fract. du crane par application du forceps. Gaz. des hôpit. 1877. p. 733. — Hofmann: Zur Casuistik der intrauterinen Verletzungen der Frucht. Wien. med. Presse 1885. — Ithen: Die intrauterinen Unterschenkelbrüche. Inaug.-Dissert. Zürich 1885.

Literatur zum zweiten Abschnitt.

Cap. I.

Renault: Observation qui démontre la possibilité des fract. incomplètes des os cylindriques. Journ. de méd., chir. etc. Paris 1767. p. 159. — Dupuytren: Sur quelques cas particuliers de fract. ou de courbures des os survenus à des enfants. Bull. de la fac. de méd. de Paris. 1811. p. 152. — Meding: De regeneratione ossium. Dissert. Lipsiae 1823 (enthält Experimente an Hunden). — Campaignac: Des fract. incompl. et des fract. longitudinales des os des membres. Journ. hebdomad. 1829. T. IV. — Hart: Partial fract. of the long bones in children. Med.-chir. Review. April 1832. — Dalton: Cases of partial fract. of the long bones in children. Dubl. Journ. 1833. p. 40. — Debrou: Sur le diagnostic des fract. incomplètes des os. Arch. génér. 1848. p. 42. — Thore: Mém. sur la courbure accidentelle et la fract. incompl. de os longs chez les enfants. Arch. génér. 1844. T. IV. — Ibid. 1852. T. 30. — Salmon: Des solutions de continuité traumatiques des os dans le jeune âge. Thèse. Paris 1845. — Charvet: De l'incurvation instantanée des os longs chez les enfants. Thèse. Paris 1845. Nr. 111. — Watson: Twisting, bending and partial fract. in the shaft of the long bones. New York med. Tim. 1854. p. 188. — Hamilton: Experimental researches and observation in relation to the bending, partial fract. and fissures of the long bones. New York med. Journ. 1857. p. 318. — Malgaigne: Op. cit. p. 47. — Gurlt: Op. cit. p. 17. — Strelin: Ueber Knochenbrüche bei kleinen Kindern. Inaug.-Diss. Würzburg 1861. — Boinet: Courbure des os, avec fract. incomplète. Bull. de la soc. de chir. 1862. p. 245. — Guersant: Des fract. chez les enfants. Gaz. des hôpit. 1860. p. 289. — Saurel: Des fract. des membres chez les petits enfants. Montpellier méd. 1862. p. 72. — Coulon: Handb. der Knochenbrüche bei Kindern. A. d. Franz. übers. Leipzig 1863. — Spier: Die Quetschungsbrüche der Knochen. Inaug.-Diss. Marburg 1866. — Newman: Incomplete fract. Brit. med. Journ. 1867. II. p. 469. — T. Holmes: Surgical treatment of the diseases of infancy and childhood. London 1868. p. 234. — Hamilton: Op. cit. p. 49. — Raulin: Des fract. incomplètes chez les enfants. Thèse. Paris 1876. Nr. 286. — Saint-Lo: Etude sur les fract. sousperiostées. Thèse. Paris 1878. Nr. 339. — Windrif: Des fract. incomplètes des os longs. Bull. méd. du nord. 1881. p. 296.

Casuistik. Betz: Memorabil. 1860. Bd. 5. S. 80. — Uhde: Arch. f. klin. Chir. Bd. 20. S. 635. — Colles: Dublin Hosp. Rep. II. p. 345. — Adams: Dubl. Journ. of med. sc. 1835. VI. p. 205. — Smith: A treatise on fract. in the vicinity of joints. Dublin 1847. p. 44. — Tournel: Arch. génér. 1837. T. II. p. 77. — King: Guy's Hosp. Report 1844. II. p. 34. — Thudichum: Illustr. med. Zeitung 1855. Bd. 3. S. 16. — Jackson: Bost. med. and surg. Journ. 1856. Nr. 27. — König: Verhandl. d. deutsch. Gesellschaft f. Chir. 1877. VI. S. 131. — Mussey: Am. Journ. of the med. sc. April 1857. p. 306. — Heyfelder: Deutsche Klinik 1851. S. 223. — Bennet: Dubl. Journ. of med. sc. 1880. Vol. 70. p. 253. — Körte: Berl. klin. Wochenschrift 1880. S. 263. — Menzel: Wien. med. Wochenschrift 1874. S. 745. — Cloquet: Pathol. chirurg. Thèse de Concours. Paris 1831. p. 149. — Senator: Allg. med. Central-Zeitg. 1859. S. 561. — Brotherston: Med. Tim. 1846. Vol. 24. p. 229. — Schmitt: Neue Denkschr. der phys.-med. Soc. zu Erlangen. 1812. I. S. 60. — Schnuhr: Med. Ztg. des Vereins f. Heilkde.

1834. S. 152. — Gibson: Lancet. 1841/42. I. p. 154. — Gray: Amer. Journ. of med. sc. 1853. p. 352. — Eichelberger: Ibid. 1872. p. 288.

Cap. II.

F. Würtz: Wundartzney. Basel 1620 (enthält die erste genauere Beobachtung und Beschreibung der Knochenfissur unter dem Namen „Kleckbruch"). — Reichel (J. C. Hoffmann): Dissert. de ossium cylindr. fissura. Lips. 1764. — Ludwig: De fissura diaphys. ossium cylindr. Adversar. med.-pract. Vol. III. p. 257. Lipsiae 1772. — Eccard: De ossium cylindr. fissura longitud. Lipsiae 1784. — Campaignac: Des fract. incompl. et des fract. longitud. des os des membres. Journ. hebdomad. 1829. T. IV. — Laforgue: Union méd. 1851. Nr. 11. p. 45. — Bouisson: Des fract. longitudinales du corps des os longs. Tribut à la chirurg. T. I. Paris 1858. p. 1. — Huber: Die Knochenfissuren in gerichtsärztlicher Beziehung. Oesterr. Zeitschr. f. prakt. Heilkde. 1858. S. 215. — Mangenot: Sur les fract. longitud. Paris 1872. — Formestraux: De la guérison des fissures des os. Paris 1875. — Madelung: Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Condylenbrüche am Humerus und Femur. Arch. f. klin. Chir. 1876. Bd. 19. S. 228. — Marcuse: Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Brüche der unteren Epiphysen des Humerus und Femur. Inaug.-Diss. Breslau 1877. — Drake: Prager Vierteljahrsschr. f. d. prakt. Heilkde. 1864. 2. S. 1. — Hodges: Bost. med. and surg. Journ. Jan. 1877.

Casuistik. Busch: Arch. f. klin. Chir. 1869. Bd. 20. S. 715. — Dupont, Chambellon und Desormeaux: Bull. de la soc. de chir. 1853. III. p. 551. — Bigelow: Bost. med. and surg. Journ. Vol. 58. p. 99. — Verneuil: Bull. de la soc. de chir. 18. Mai 1853. III. p. 557. — Holmes: A syst. of surg. II. p. 790. — Lesser: Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1872. I. S. 292. — Hodges: Bost. med. and surg. Journ. Jan. 18. 1877. p. 65. — P. Bruns: Centralbl. f. Chir. 1880. III. S. 353. — Froriep: Chirurg. Kupfertafeln. Tafel 478. Fig. 9.

Cap. III—IV.

Dupuytren: De l'obliquité dans les fract. Clin. des hôpit. 1827. Nr. 54. p. 1. — Messerer: Ueber Elasticität und Festigkeit der Knochen. Stuttgart 1880. — P. Bruns: Ueber die Biegungsbrüche der Röhrenknochen. Beitr. zur klin. Chir. Herausg. von P. Bruns. Bd. I. S. 1.

Cap. V.

Gerdy: Chirurgie pratique. 3. Monogr. Paris 1855. p. 348. — Marcé: Bull. de la soc. anat. Oct. 1854. p. 295. — Gosselin: Sur les fract. en V du tibia. Gaz. des hôpit. 1855. p. 218. — Ders.: Bull. de la soc. de chir. 1855. T. VI. p. 262. — Ders.: Ibid. 1858. T. IX. p. 148. — Ders.: Gaz. des hôpit. 25 Janv. 1866. — Ders.: Clinique chirurg. T. I. Paris 1873. p. 198. — Larrey: Bull. de la soc. de chir. 1855. T. VI. p. 261. — Bourcy: Recherches clin. et expériment. sur les fract. de la jambe. Thèse. Paris 1855. — Bérenger-Féraud: Des fract. en V. Thèse. Paris 1855. — Bauchet: Bull. de la soc. de chir. 1858. p. 219. — Broca: Remarques sur les fract. spiroides. Gaz. hebd. 1859. Nr. 9. 11. — Berchon: Des fract. en V, au point de vue de leur gravité et de leur traitement. Gaz. des hôpit. 1865. p. 91. — Piédallu: Fract. en V du tibia. Thèse. Paris 1870. — Koch und Filehne: Einiges über sog. keilförmige und spiralige Fracturen. Arch. f. klin Chir. 1873. Bd. 15. S. 689. — Koch: Ueber Torsionsfracturen. Berl. klin. Wochenschr. 1874. Nr. 12. S. 140. — Hodges: Bost. med. and surg. Journ. 1877. Vol. 96. p. 33. — Léger: Bull. de la soc. anat. 1875. p. 95. — Raullet: Des fract. hélicoidales par torsion de la diaphyse du fémur. Thèse. Nr. 442. Paris 1880. — Messerer: Ueber Elasticität und Festigkeit der Knochen. Stuttgart 1880. S. 72. — Féré: Fract. par torsion de la partie inférieure du corps du fémur. Progr. méd. Jan. 29. 1881. — P. Bruns: Die Torsions- oder Spiralbrüche der Röhrenknochen. Beitr. zur klin. Chir. Herausg. von P. Bruns. Bd. I. S. 229.

Cap. VIII.

Dicksen: Ueber Doppelfracturen der langen Knochen. Berlin 1885. — P. Bruns: Ueber die Biegungsbrüche der Röhrenknochen. Beitr. zur klin. Chir. Herausg. von P. Bruns. Bd. I. S. 1. — P. Bruns: Die Torsions- oder Spiralbrüche der Röhrenknochen. Ibid. S. 229.

Cap. IX.

Schwarz: Diss. de ossium epiphysibus. Lips. 1736. — G. C. Reichel: De epiphysium ab ossium diaphysi deductione. Dissert. Lips. 1759. — Champion: Décollement des épiphyses des os longs. Journ. complément. du Diction. des scienc. méd. Paris 1818. I. p. 318. — Rognetta: Mémoir. sur la divulsion traumat. des épiphyses. Gaz. méd. de Paris 1834. p. 433. — Guéretin: Presse médicale. 1837. Nr. 37 (Schmidt's Jahrb. 1838. S. 70). — Gerichten: Ueber die Abtrennung der Knochenansätze. Inaug.-Dissert. Erlangen 1841. — Salmon: Des solutions de continuité traumat. des os dans le jeune âge. Thèse. Paris 1845. — Clinique des hôpit. des enfants. 1843. 1844. — Thudichum: Ueber die am oberen Ende des Humerus vorkommenden Knochenbrüche. Giessen 1851. — Klein: De epiphys. dissolutione. Diss. inaug. Gryphiae 1854. — Thudichum: Die Absprengung der Epiphysen. Illustr. med. Zeitung. 1855. Bd. III. S. 188. — Foucher: Recherches sur la disjonction traumat. des épiphyses. Monit. des scienc. méd. et pharm. 1860. Nr. 90. — Michniowsky: Untersuchungen über den Heilungsvorgang bei gewaltsamer Epiphysenlösung. Militärärztl. Journal (Russisch) 1864 (Petersb. med. Zeitschr. 1866. Bd. X. S. 300). — Cosseret: De la divulsion des épiphyses. Thèse. Paris 1866. Nr. 141. — Colignon: De la disjonction traumat. des épiph. Thèse. Paris 1868. — Barbarin: Des fract. chez les enfants. Thèse. Paris 1873. — Manquat: Essai sur les décollements épiphysaires traumat. Thèse. Paris 1877. — P. Vogt: Die traumat. Epiphysentrennung und ihr Einfluss auf das Längenwachsthum der Röhrenknochen. Arch f. klin. Chir. Bd. 22. 1878. S. 343. — Terrillon: Bull. de la soc. de chir. T. V. 1879. p. 968. — P. Bruns: Ueber die traumat. Epiphysentrennung. Arch. f. klin. Chir. Bd. 27. 1881. S. 240. — Ménard: Recherches expérimt. sur le redressement brusque du genu valgum. Revue de chir. 1881. p. 727. — Erasmo: Del distacco traumat. delle epifisi. Torino 1872. — P. Bruns: Die operative Behandlung irreponibler Epiphysentrennungen. Beitr. zur klin. Chir. Herausgegeben von P. Bruns. Bd. I. S. 241. — Delens: Des décollements traumat. de l'épiphyse inférieur du fémur. Arch. génér. 1884. p. 272. — Vergl. ausserdem: Coulon: Handbuch der Knochenbrüche bei Kindern. Deutsche Uebers. Leipzig 1863. S. 15. — Holmes: Surg. treatment of children's diseases. London 1868. p. 237. — Ollier: Traité de la régénerat. des os. T. I. p. 222.

Casuistik der Epiphysentrennung. Bertrandi: Op. anat. T. V. Torino 1787. p. 163. 268. — Champion: Journ. complément. du dict. des sc. méd. 1818. I. p. 318. 323. — Durocher: Malgaigne. Traité des fract. etc. p. 69. — Thudichum: Illustr. med. Zeitung. 1855. III. S. 188. — Holmes: Surg. treatment of children diseases. London 1868. p. 239. 264. 255. — Bitot: Gaz. méd. de Paris 1860. p. 361. — Esmarch: Arch. f. klin. Chir. 1863. Bd. 4. S. 585. — Volkmann: Beiträge zur Chirurgie. Leipzig 1875. S. 72. — Bennet: Dubl. Journ. Vol. 68. p. 491. — P. Bruns: Arch. f. klin. Chirurg. 1881. Bd. 27. — Spillmann: Bull. de la soc. de chir. 1875. p. 771. 772. — Reeve: Hamilton. Fract. and Dislocat. Philad. 1871. p. 246. — Leroux-Dolbeau: Bull. soc. de chir. 1865. — Barbarin: L. c. p. 34. — Cloquet: Diction. de méd. en 21 vol. T. IX. p. 448. — Flaubert: Gaz. méd. de Paris 1834. p. 514. — Rognetta: Ibid. p. 514. — Johnston: Bull. soc. anat. 1839. p. 184. — Richet-Denonvilliers: Bull. soc. de chir. 1865. p. 528. — Péan: Manquat. Les décollements épiphys. traumat. Thèse. Paris 1877. Nr. 67. p. 37. — Colignon: Op. cit. p. 72. — Roux: Galand. Thèse de Paris 1834. Nr. 196. — Bennet: Brit. med. Journ. May 22. 1880. p. 759. — Hutchinson: Transact. pathol. soc. Vol. XIII. p. 182. — Körte: Berl. klin. Wochenschr. 1880. S. 263. — Smith: Fractures in the vicinity of joints. Dublin 1857. p. 164. — Smith: Brit. med. Journ. 1867. Vol. II. p. 123. — Labadie-Lagrave: Bull. soc. anat. 1868. — Gripat: Bull. soc. anat. 1872. — Böckel: Gaz. méd. de Strasbourg 1867. Nr. 7. — Holmes: Transact.

pathol. soc. Vol. XIII. p. 187. — Bousseau: Bull. soc. anat. 1867. — Key: A. Cooper. Disloc. and fract. p. 171. — Ch. Bell: Med.-chir. Review 1825. p. 49. — Fontenelle: Arch. génér. 1825. p. 267. — Hawkins: Lancet. 1841—42. Vol. II. p. 202. — Gay: Lancet. Oct. 12. 1867. p. 456. — Hutchinson: Pathol. soc. Transact. XIII. 138. — Holmes: Surg. treatment of children diseases. London 1868. p. 238. 259. 261. 239. — Hutchinson: Pathol. soc. Transact. Vol. XV. p. 206. — Voss: New York med. Journ. Nov. 1865. — Buck: New York med. Journ. Nov. 1865. — Canton: Pathol. soc. Transact. Vol. X. p. 232. — Vol. XI. p. 195. — Rougon: Gaz. des hôpit. 1866. p. 162. — Tapret-Chenet: Bull. soc. anat. p. 25. — Marcano: Ibid. p. 228. — Delore: Barbarin. Op. cit. p. 52. — P. Bruns: L. c. p. — Leisrink: Arch. f. klin. Chir. Bd. 14. S. 436. — Little: New York med. Journ. Nov. 1865. — Blasius: Gurlt. Lehre von den Knochenbrüchen I. S. 87. — Lefort-Guerin: Bull. soc. de chir. 1865. p. 529. — Fischer-Hirschfeld: Berl. klin. Wochenschr. 1865. S. 93. — Champion: L. c. p. 325. — Carus: Gem. deutsche Zeitschr. f. Geburtskunde. 1828. Bd. II. S. 31. — Klein: De epiphysium dissolutione. Diss. inaug. Gryphiae 1854. — Wade-Smith: Dubl. quart. Journ. 1852. XIII. p. 202. — Anger: Traité iconograph. des malad. chir. Paris 1865. p. 18. — Hutchinson: Lancet 1875. Vol. I. p. 857. — Martin: Bost. med. and surg. Journ. 1877. Sept. 27. — Voss: New York med. Journ. Nov. 1865. — Holmes: Op. cit. p. 239. — Richet: Union méd. 1876. Nr. 32. — Hoffa: Berl. klin. Wochenschr. 1884. Nr. 4. — Robson: Liverpool med.-chir. Journ. July 1883. p. 262. — Weelhouse: Lancet. June 7. 1884. — Arthey: Brit. med. Journ. July 14. 1883.

Literatur zum vierten Abschnitt.

Cap. I—IV.

1. Periode (bis 1741). Galenus: Method. medend. Liber de fracturis und Lib. de articulis. — Flach: Dissert. de callo. Argentor. 1681. — A. de Heyde: Experimenta circa sanguinis missionem etc. Amstelod. 1686. — Verduc: Nouvelle Ostéologie. Paris 1690. — J. L. Petit: Traité des maladies des os. Paris 1705. — Müller: Dissert. de callo ossium. Norimberg 1707. — Boerhaave: Aphorismi de cognoscendis et curandis morbis. Lugd. Batav. 1709 (Aphorism. 294. 347. 357). Cl. Havers: Osteologie nova, or some new Observat. of the Bones. London 1729.

2. Periode (bis 1820). Duhamel: Observat. sur la réunion des fract. des os. Mém. de l'acad. des scienc. de Paris 1841. — Ders.: 2. Mém. sur la réunion des fract. Ibid. 1742. 1743. — van Swieten: Commentar in H. Boerhaave, Aphorism. de cognoscend. et curand. morbis. Taurini 1744. T. I. p. 564. — Böhmer: De ossium callo. Lips. 1748. — Ders.: Prolusio, qua callum ossium rubiae tinct. radicis pasta infectorum descripsit. Lips. 1752. — Detleef: Dissert. ossium calli generationem etc. exhibens. Götting. 1753. — Delius: Cicatrix et callus idea nutritionis. Erlangen 1755. — Haller: Deux Mém. sur la formation des os fondés sur des expériences. Lausanne 1758. — Ders.: Elementa Physiol. T. VIII. 1766. — Ders.: Experimenta de ossium format. in Opera minor. anat. T. II. 1767. S. 460. — Fougeroux: Mém. sur les os pour servir de réponse aux objections proposées contre le sentiment de du Hamel. Paris 1760. — Bordenave: Essai sur le mécanism. et la nature dans la génération du cal etc. (Anhang zu Fougeroux Mém. sur les os). Paris 1760. — Martini: Chirurg. Streitschriften. Kopenhagen 1764. — Camper: Essays and Observat. phys. and liter. Edinburg 1771. III. 544. — Louis: Nouvelles remarques sur la prétendue régéneration des chairs etc. Mém. de l'acad. roy. de Chir. T. V. 1774. p. 128. — Schwencke: Haarlemer Abhandl. Bd. I. Leipzig 1775. — Troja: De novorum ossium regeneratione experimenta. Paris 1775 (Deutsch von Kühn. Strassburg 1780). — Ders.: Neue Beobachtungen und Versuche über die Knochen. Herausgegeben von Schönberg. Erlangen 1828. — Bonn: Descript. Thesauri ossium morbos. Hoviani. Amstelod. 1783. p. 149 (De callo). — Marrigues: Dissert. phys. et chirurg. sur la formation etc. du cal. Paris 1783. — van der Leeun: Dissert. de ossium vulnerat. et fract. consolidatione. Groning 1785. — Koehler: Experimenta circa regenerat. ossium. Götting. 1786. — Blumenbach: Geschichte und Beschreibung der Knochen des menschl. Körpers. Götting. 1786. S. 44. — Böttcher: Abhandl. von den Krankheiten der Knochen, Knorpel und Sehnen. Königsberg 1796. —

J. Hunter: Versuche über das Blut, die Entzündung und Schusswunden. Uebers. von Hebenstreit. Leipzig 1797. — van Heckeren: De osteogenesi praeternaturali. Lugd. Batav. 1797. — Macdonald: De necrosi et ossium callo. Dissert. inaug. Edinb. 1799. — Bichat: Allg. Anat. Deutsch von Pfaff. Leipzig 1803. Bd. II. — Scarpa: De penitiori ossium structura. Lips. 1799. p. 31. — Ders.: Anat. et pathol. oss. Ticini 1827. — Léveillé et Scarpa: Mém. de la physiol. et de chirurg. prat. Paris 1804. — Lioult: Considérat. sur les usages et propriétés du périost dans la formation du cal. Thèse. Paris 1804. — Howship: Exper. and observ. on the means employed by the animal economy in the formation of bone. Med.-chir. Trans. 1810. Vol. VI. p. 263. — Ders.: Exper. and observat. on the union of fractured bones. Ibid. 1818. Vol. IX. p. 143. — Ders.: Beobachtungen über den gesunden und krankhaften Bau der Knochen. Deutsch von Cerutti. Leipz. S. 99. — Meckel: Handbuch der patholog. Anat. Leipzig 1812—18. — Richerand: Nosogr. chirurg. T. II. — Larrey: Sur la formation du cal. Journ. complém. du dict. des sc. mèd. T. VIII. 1818.

3. Periode (bis 1850). Dupuytren: Journ. universel des sc. méd. XX. 1820. p. 131 (Exposé de la doctrine du M. Dupuytren sur le cal, par Sanson). — Ders.: Leçons orales. T. II. 2. éd. Paris 1839. — Cruveilhier: Essai sur l'anat. pathol. Paris 1816. T. II. p. 39. — Breschet: Recherch. histor. et expériment. sur le cal. Thèse de concours. Paris 1819. — Villermé: Ossification du cal. Dict. des sc. méd. T. 38. 1819. — Charmeil: De la régéneration des os. Metz 1821. — Meding: Dissert. de regenerat. ossium. Lips. 1823. — Ders.: Ueber Wiedererzeugung des Knochengewebes. Rust's Magazin. Bd. 33. 1831. S. 105. — Bizet: De la formation du cal dans les fract. simples. Thèse de Paris. Nr. 47. 1823. — Caspari: Regeneration der Knochen. Journ. von Gräfe und Walther. Bd. 5. 1823. — Kortum: Experim. et observat. circa regenerat. ossium. Berolin. 1824. — M. J. Weber: Ueber die Wiedervereinigung oder den Heilungsprocess gebrochener Röhrenknochen. Nova acta phys.-med. Acad. Caes. Leopold. Carol. XII. 1825. S. 711. — Baur: Ueber das geringe Wiedererzeugungsvermögen des schwammigen Knochens. Heidelb. klin. Annalen. 1827. Bd. III. S. 147. — Malgaigne: Sur la théorie du cal. Gaz. des hôpit. 1830. p. 238. — Gaillard: Remarques sur la formation du cal. Rev. méd. 1830. I. p. 67. — B. Heine: Ueber Wiedererzeugung neuer Knochenmasse. Journ. von Gräfe und Walther. XXIV. 18. — Miescher: De inflammatione ossium eorumque anat. generali. Berol. 1836. p. 110. — B. Cooper: Guy's Hosp. Rep. Vol. II. und III. 1837, 1838. — Valentin: Callus, exostos., caries. Repert. für Anat. und Physiol. III. 1838. S. 294. — Meade: Observat. on the mode of union of fractures of the flate bones. Med.-chir. Transact. XXIII. 1840. p. 390. — Ritter: Ueber die Bildung des Callus. Rust's Magazin. Bd. 58. 1841. S. 451. — Flourens: Recherch. sur le développement des os et des dents. Paris 1842. — Ders.: Théorie expérim. de la formation des os. Paris 1847. — Lambron: Du cal. Thèse de Paris Nr. 203. 1842. — Alquié: Clinique méd. de Montpellier. 1844. — H. Lebert: De la formation du cal. Annales de la chirurg. franç. et étrangère. X. 1844. — Ders.: Sur la formation du cal. Physiol. pathol. T. II. Paris 1845. p. 435. — Ritter: Ueber den gegenwärtigen Zustand unseres Wissens in Hinsicht auf die Bildung des Callus bei Knochenbrüchen in allen seinen Beziehungen. Medic. Annal. 1846. Bd. XII. S. 321. — Voetsch: Die Heilung der Knochenbrüche per primam intentionem. Heidelberg 1847. — Stanley: Illustrat. of the effects of disease and injury of the bones. London 1849. — Hilty: Der innere Callus, seine Entstehung und Bedeutung. Inaug.-Diss. Zürich 1852. — Bruch: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems. Denkschrift der Schweizer naturf. Gesellsch. 1852. XII. — J. Paget: Lectures on surg. pathol. London 1853. — Hutin: Anat. pathol. des cicatrices dans les diff. tissus. Mém. de l'acad. impér. de méd. XIX. 1855. p. 533. — Collis: On the union of fractured bones. Dubl. quart. Journ. XIX. 1855. p. 33.

4. Periode. Virchow: Das normale Knochenwachsthum und die rhachitische Störung desselben. Virchow's Arch. Bd. 5. 1853. S. 409. — Ders.: Die Cellularpathologie. Berlin 1858. S. 375. — Ders.: Ueber Bildung und Umbildung von Knochengewebe im menschlichen Körper. Berl. klin. Wochenschr. 1875. Nr. 1—2. — Rokitansky: Lehrb. d. patholog. Anat. Bd. II. 1856. S. 109. — A. Wagner: Ueber den Heilungsprocess nach Resektion und Exstirpation der Knochen. Berlin 1856. — Gjoer: Norsk Magazin. XI. 1857 (Schmidt's Jahrb. Bd. 103. S. 37). — R. Hein: Ueber die Regeneration gebrochener und resecirter Knochen. Virchow's Arch. Bd. 15. 1858. S. 1. — H. Müller: Ueber die Entwicklung der Knochensubstanz. Leipzig 1858. — Ders.: Ueber Verknöcherung. Würzburg. naturwissen-

schaftl. Zeitschr. Bd. IV. 1863. S. 29. — Schweigger-Seidel: Disquisitiones de callo. Dissert. inaug. Halis 1858. — Förster: Handb. der patholog. Anatomie. Leipzig 1855. 2. Aufl. 1865. — C. O. Weber: Chirurg. Erfahrungen und Untersuchungen. Berlin 1859. S. 101 (Heilung der Knochenbrüche). — Gurlt: Handb. der Lehre von den Knochenbrüchen. I. Theil. Berlin 1862. S. 265. — Lieberkühn: Ueber Knochenwachsthum. Reichert u. Dubois' Arch. 1862/64. — Sitzungsberichte der naturf. Gesellsch. zu Marburg. 1872. — Buchholz: Einige Versuche über Knochenbildung. Virchow's Arch. Bd. 26. 1863. — Gegenbauer: Ueber die Bildung des Knochengewebes. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturwissenschaften. I. 1864. S. 341 u. III. 1867. S. 206. — Sédillot: De la régeneration des os. Strasbourg 1864. — Ranvier: Considérat. sur le développement du tissu osseux. Thèse. Paris 1865. — Ders.: Traité technique d'histologie. I. Paris 1875. p. 428. — R. Volkmann: Chirurg. Erfahrungen über Knochenbiegung und Knochenwachsthum. Virchow's Arch. Bd. 24. 1862. — Ders.: Zum interstitiellen Knochenwachsthum. Centralblatt für die med. Wissensch. 1870. 9. — Ders.: Handb. der Chirurgie von Pitha-Billroth. II. 2. Abth. — Billroth: Anatom. Beobachtungen über das normale Knochenwachsthum, über Periostitis und Caries. Arch. f. klin. Chir. Bd. VI. 1865. S. 712. — Ders.: Allg. chirurg. Pathol. u. Therapie. Berlin 1863. 8. Aufl. 1876. S. 206. — Marmy: Etudes sur la régenerat. des os par le periost. Mém. de l'acad. XXVI. 2. 1864. p. 386. — Robin: Sur les conditions de l'ostéogénie avec ou sans cartilage préexistant. Journ. de l'anat. et de physiol. 1864. — Waldeyer: Ueber den Ossifikationsprocess. Arch. für mikrosk. Anat. I. 1865. S. 354. — Ollier: Traité expériment. et clinique de la régénerat. des os. Paris 1867. — Ders.: Recherches expériment. sur le mode d'accroissement des os longs. Arch. de physiol. 1873. V. — Payraud: Etudes expériment. sur la régénérat. des tissus cartilag. et osseux. Thèse de Paris. Nr. 261. 1869. — Ders.: Compt. rend. T. 84. 1877. Nr. 23. — Goujon: Journ. de l'anat. et de physiol. VI. 4. 1869. — Baikow (Rudnew): Ueber Transplantation von Knochenmark. Centralblatt für die med. Wissensch. 1870. Nr. 24. — Nassiloff: Ueber patholog. Veränderungen an Gelenkenden nach partieller Resektion derselben. Centralbl. für die med. Wissensch. 1870. Nr. 49—50. — Lossen: Ueber Rückbildung des Callus. Virchow's Arch. Bd. 55. 1872. S. 45. — Levschin: Zur Entwicklung des Knochengewebes etc. Bullet. de l'acad. impér. de St. Pétersbourg. T. XVII. 1872. 9. — Heitzmann: Studien am Knochen und Knorpel. Wien. med. Jahrb. 1872. S. 339. — Ders.: Ueber die Rück- und Neubildung von Blutgefässen im Knochen und Knorpel. Ibid. 1873. S. 178. — Ders.: Die Entwicklung der Beinhaut des Knochens und Knorpels. Sitzungsber. der Wien. Akad. Abth. III. 1873. — Strelzoff: Beiträge zur normalen Knochenbildung. Med. Centralbl. 1872. Nr. 29. — Ders.: Zur Lehre von der Knochenentwicklung. Med. Centralbl. 1873. Nr. 18. — Ders.: Ueber die Histogenese der Knochen. Untersuchungen aus dem patholog. Institut zu Zürich. 1873. 1. Heft. — Ders.: Genetische und topograph. Studien des Knochenwachsthums. Ibid. II. 1874. — Ders.: Ueber Knochenwachsthum. Berl. klin. Wochenschr. 1875. S. 468. — Ders.: Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XI. 1875. S. 33 und XII. 1876. S. 254. — Stieda: Die Bildung des Knochengewebes. Leipzig 1872. — Ders.: Studien über die Entwicklung der Knochen und des Knochengewebes. Arch. für mikrosk. Anat. XI. 1875. S. 235. — Wegner: Myeloplaxen und Knochenresorption. Virchow's Arch. Bd. 56. 1872. S. 523. — Ders.: Der Einfluss des Phosphors auf den Organismus. Ibid. Bd. 55. 1872. S. 11. — Ders.: Ueber das normale und patholog. Wachsthum der Röhrenknochen. Ibid. Bd. 61. 1874. S. 44. — J. Wolff: Beiträge zur Lehre von der Heilung der Fracturen. Arch. f. klin. Chir. XIV. 1872. S. 270. — Ders.: Zur Lehre der Fracturheilung. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. II. 1873. S. 546. — Ders.: Zur Knochenwachsthumsfrage. Virchow's Arch. Bd. 61. 1874. S. 417. — Ders.: Das Gesetz der Transformation der inneren Architektur der Knochen bei patholog. Veränderungen der äusseren Knochenform. Sitzungsber. der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1884. — Maas: Zur Frage über das Knochenwachsthum. Arch. für klin. Chir. XIV. 1872. S. 198. — Ders.: Ueber das Wachsthum und die Regeneration der Röhrenknochen mit besonderer Berücksichtigung der Callusbildung. Ibid. XX. 1877. S. 708. — Redard: De l'ossification de la moelle. Gaz. hebd. 1872. p. 403. — Kölliker: Die normale Resorption des Knochengewebes. Leipzig 1873. — Lovén: Ueber die physiolog. Knochenresorption. Verhandl. der physikal.-med. Gesellschaft in Würzburg. IV. 1873. S. 1. — Hofmokl: Ueber Callusbildung. Wien. med. Jahrb. 1874. S. 349. — Fehr: Studien über den Bau der Knochen. Arch. f. klin. Chir. XVII. 1874. S. 232. — v. Brunn: Beiträge zur Ossifikations-

lehre. Arch. von Reichert und Dubois-Reymond. 1874. S. 1. — Telke: Experim. Beiträge zur Lehre vom Knochenwachsthum. Diss. Greifswald 1874. — v. Ebner: Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Bd. 72. III. Abth. 1875. — Langer: Ueber das Gefässsystem der Röhrenknochen etc. Anzeiger der Wiener Akademie. 1875. S. 150. — J. Wolff (Moskau): Untersuchungen über die Entwicklung des Knochengewebes. Leipzig 1875. — Steudener: Beiträge zur Lehre von der Knochenentwicklung und dem Knochenwachsthum. Abhdl. der naturf. Gesellsch. zu Halle. XIII. 1875. — Schulin: Ueber das Wachsthum der Röhrenknochen. Sitzungsber. der naturwissensch. Gesellsch. zu Marburg. 1875. Nr. 3. 9. — Ders.: Ueber die Architektur des Knochengewebes. Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgesch. 1877. II. — Haab: Experimentelle Studien über das normale und patholog. Wachsthum der Knochen. Untersuchungen aus dem patholog. Institut zu Zürich. 1875. Heft 3. S. 25. — Nikolsky: Histolog. Untersuchungen über die Heilung der Knochenbrüche in verschiedenen Altersperioden. Virchow's Arch. Bd. 54. 1872. S. 81. — Bidder: Zur Frage über die Herkunft des sog. inneren Callus. Centralblatt für Chir. 1876. S. 657. — Ders.: Experimentelle Beiträge und anat. Untersuchungen zur Lehre von der Regeneration des Knochengewebes. Arch. f. klin. Chir. XXII. 1878. S. 155. — Schwalbe: Ueber die Ernährungskanäle der Knochen und das Knochenwachsthum. Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgesch. I. 1876. — Ders.: Ueber das postembryonale Knochenwachsthum. Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Med. u. Naturwissensch. in Jena. 6. Juli 1877. — Feltz: Recherches expérim. sur la régénération du tissu osseux. Journ. de l'anat. et de physiol. 1876. p. 375. — Lebouсq: Etudes sur l'ossification. Bull. de l'acad. roy. de Belgique. 2. Sér. T. 44. 1877. — Lieberkühn u. Bermann: Ueber Resorption der Knochensubstanz. Frankfurt 1877. — Strawinski: Ueber die Bedeutung des Periostes bei der Knochenbildung. Gaz. lekarska. XXIII. 1877 (Jahresber. v. Hofmann-Schwalbe. VI. S. 85). — Saint-Lo: Etude sur les fractures sous-périostées. Thèse de Paris. 1878. Nr. 339. — Ercolani: Sul processo formativo del callo osseo nelle diverse fratture delle ossa dell' uomo e degli animali. Bologna 1878. — v. Berg: Untersuchungen über Knochenregeneration unter antiseptischem Verbande. Inaug.-Diss. Greifswald 1878. — F. Busch: Experimentelle Untersuchungen über Ostitis und Nekrose. Arch. f. klin. Chir. XX. 1877. S. 237. — Ders.: Die Knochenbildung und Resorption bei wachsenden und entzündeten Knochen. Ebenda. XXI. 1877. S. 150. — Ders.: Ueber den Werth der Krappfütterung als Methode zur Erkennung der Anbildung neuer Knochensubstanz. Ebenda. XXII. 1877. S. 328. — Ders.: Ueber die Deutung der bei der Entzündung des Knochens auftretenden Processe. Deutsche Zeitschr. f. Chir. VIII. 1877. S. 293. — Ders.: Die Osteoblastentheorie auf normalem und auf patholog. Gebiete. Ebenda. X. 1878. S. 59. — Ders.: Beitrag zur Lehre von der experimentellen Ostitis. Arch. f. klin. Chir. XXIV. 1879. S. 331. — Ders.: Vertheidigung der Osteoblastentheorie gegen einige neuere Angriffe. Verhandl. der Berliner physiolog. Gesellsch. 1880/81. Nr. 4—5. S. 20. — Baiardi: Sulla formazione e sulla riduzione del callo nelle fratture delle osse lunghe. Giornale dell' Acad. di Medicina di Torino. 1879. Nr. 3. p. 199. — Remy: Développement des tissus osseux et cartilag. Paris 1880. — Marcy: The development of osseous callus in the fract. of the bones. Transact. of the Americ. med. associat. Philadelphia 1880. — Rigal et Vignal: Recherches expériment. sur la formation du cal. Arch. de physiol. 1881. p. 419. — N. v. Stryk: Zur Lehre von der Regeneration der Röhrenknochen. Inaug.-Diss. Dorpat 1881. — Cornil et Ranvier: Traité d'anat. pathol. 2. édit. 1881. p. 412. — Kassowitz: Die normale Ossifikation. Wien 1881. — P. Bruns: Ueber Transplantation von Knochenmark. Arch. f. klin. Chir. Bd. 26. Heft 3. — Smith: Observat. on the histology of fracture repair in man. Journ. of anat. and physiol. Jan. 1882. — Cattani: Della formazione del callo osseo esterno nelle fratture semplici della ossa lunghe. Gaz. med. ital.-lombard. 1881. Nr. 15. — Krafft: Zur Histogenese des periostalen Callus. Beiträge zur patholog. Anat. von Ziegler. 1. Heft. S. 85. — Bonome: Zur Histogenese der Knochenregeneration. Virchow's Arch. Bd. 100. S. 293. — Shoemaker: Fracture-repair. An experimental study on the identity of callus and true bone. Med. Tim. July 28. 1883.

Cap. V.

A. Cooper: Treatise on dislocat. and fract. of the joints. London 1823. — W. Schmidt: De ossibus prope articulos fractis. Berolini 1835. — Harting: De fract. prope articulos. Berolini 1836. — Rouis: Des fract. des articulations. Thèse. Paris 1845. — W. Smith: Fract. in the vicinity of joints. Dublin 1847. — Jarjavay: Des fract. des articulations. Paris 1851. — Gurlt: Beiträge zur vergleichenden patholog. Anatomie der Gelenkkrankheiten. Berlin 1853. — H. Senftleben: Beiträge zur Kenntniss der Fract. an den Gelenken. Annalen der Charité zu Berlin. 8. Jahrgang. Berlin 1858. S. 98. — Volkmann: Krankheiten der Bewegungsorgane. Pitha-Billroth II. 2. — Hueter: Klinik der Gelenkkrankheiten. 2. Aufl. Leipzig 1876. — H. Fischer: Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 12. S. 338. — Callender: Fractures injuring joints. St. Barthol. Hosp. Rep. 1870. VI. p. 33. — Tillmanns: Arch. d. Heilkunde. Bd. 15. S. 361. — Barwell: Brit. med. Journ. Febr. 12. 1876. p. 184. — Thiele: Beitrag zur Entstehung der freien Gelenkkörper. Inaug.-Dissert. Bonn 1879. — Chipault: Bull. de la soc. de chir. 1879. — Pauly: Zur Lehre von den Gelenkfracturen. Centralbl. f. Chir. 1882. Nr. 10. — Senn: Fract. of the neck of the femur. With special reference to bony union after intra-capsular fract. Transact. of the Amer. surg. assoc. Vol. I. 1883.

Knorpelbrüche. Dörner: De gravioribus quibusdam cartilaginum mutationibus. Tübingen 1798 (enthält 34 Experimente über Knorpelverletzung). — Magendie: Mém. sur les fract. des cartilages des côtes. Bibl. méd. XIV. 81. — Malgaigne: Recherches sur les fract. des cartilages sterno-costaux. Bull. génér. de Thérapeut. XX. 1841. p. 227. — Redfern: On the healing of wounds in the articular cartilages. Monthly Journ. of. med. scienc. Sept. 1851. — Jarjavay: Des fract. des articulations. Paris 1851. — Manuel: Des fract. des cartilages costaux. Thèse. Paris 1855. — J. Klopsch: Ueber die Brüche der Rippenknorpel und ihre Heilung. Günzburg. Zeitschr. für klin. Med. 1856. — Reitz: Sitzungsber. der Wien. Akad. der Naturwissensch. 1867. 501. — Böhm: Beiträge zur normalen und patholog. Anatomie der Gelenke. Inaug.-Dissert. Würzburg 1868. Compt. rend. T. 84. 1877. Nr. 23. p. 1308. — Peyraud: Etudes expériment. sur la régénérat. des tissus cartilag. et osseux. Thèse. Paris 1869. — Popp: Entzündung im Knorpelgewebe. Inaug.-Dissert. Königsberg 1869. — Legros: Cicatrisation des cartilages. Gaz. méd. de Paris 1869. No. 66. — Barth: Ueber die Regeneration des hyalinen Knorpels. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1869. Nr. 40. — Hutob: Untersuchungen über Knorpelentzündung. Wien. med. Jahrb. 1871. S. 399. — Ewetzky: Entzündungsversuche am Knorpel. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1875. Nr. 16. — Untersuchungen des patholog. Instit. zu Zürich 1875. Heft 3. — Heitzmann: Studien am Knochen und Knorpel. Wien. med. Jahrb. 1872. — Genzmer: Untersuchungen über den Hyalinknorpel. Centralbl. für Chir. 1875. Nr. 17. — Derselbe: Ueber die Reaktion des hyalinen Knorpels auf Entzündungsreize und die Vernarbung von Knorpelwunden. Virchow's Arch. Bd. 67. S. 75. — Schklarewsky: Patholog.-anat. Untersuchung des Heilungsprocesses an den Rippenknorpeln. Inaug.-Dissert. St. Petersburg 1875 (Jahresber. v. Hofmann u. Schwalbe. S. 73). — Petrone: Sull' infiammazione della cartilagine. Rivista clin. di Bologna. Nr. 7. 1874. p. 217. — Tizzoni: Sulla istologia normale e patologica delle cartilagini ialine. Archiv. per le scienzi mediche. 1877. II. p. 27 (Jahresb. von Hofmann-Schwalbe. 1878. S. 62).

Cap. VII.

A. Genzmer und R. Volkmann: Ueber septisches und aseptisches Wundfieber. Sammlung klinischer Vorträge. Nr. 121. — A. Schmidt: Die Lehre von den fermentativen Gerinnungserscheinungen in den eiweissartigen thierischen Flüssigkeiten. Dorpat 1876. — A. Köhler: Ueber Thrombose und Transfusion, Eiter- und septische Infektion und deren Beziehung zum Fibrinferment. Inaug.-Dissert. Dorpat 1877. — Cordua: Ueber den Resorptions-Mechanismus von Blutergüssen. Berlin 1877. — v. Wahl: Ueber das Wundfieber bei der antiseptischen Wundbehandlung. St. Petersburger med. Wochenschr. 1878. Nr. 51. — Edelberg: Untersuchungen über das Wundfieber bei der antisept. Behandlung. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 13. S. 62. — Angerer: Klinische und experiment. Untersuchungen über die Resorption von Blutextravasaten. Würzburg 1879. — Riedel:

Ueber das Verhalten des Urins nach Knochenbrüchen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 10. S. 539. — Grundler: Einige Beobachtungen über das Verhalten der Körpertemperatur bei subcut. Fractur. Beiträge zur klin. Chir., herausgeg. von P. Bruns. Bd. I. S. 225. — E. Müller: Ueber das Verhalten der Körpertemperatur bei subkut. Fract. Ibid. Bd. II. S. 19. — Horseley: Brit. med. Journ. Febr. 28. 1885. — Stickler: Temperary febrile rise after simple fract. New York med. Rec. Febr. 11. 1882. — Demisch: Ueber Temperatursteigerungen bei der Heilung subcut. Fracturen. Inaug.-Dissert. Zürich 1885.

Cap. VIII.

Cloquet: Arch. génér. 1823. p. 470. — Bidou: Sur la faiblesse des membres consécutive aux fract. Journ. hebd. de méd. T. VII. 1830. p. 309. — Guyot: Des accidents consécut. aux fract. Arch. génér. 1836. X. p. 183. — Gründer: Ueber Gelenksteifigkeiten, Contrakturen, Anästhesieen etc. als Folgen geheilter Beinbrüche. Zeitschr. d. deutsch. Chir.-Vereins. 1854. S. 34. — Lejeune: Des atrophies muscul. après les fract. Thèse. Paris 1859. — Ollivier: Des atrophies musculaires. Thèse d'aggrégat. Paris 1869. — Gosselin: Clinique chirurg. T. I. Paris 1873. p. 262. — Sabatié: De l'atrophie muscul. consécut. aux fract. Thèse. Paris 1878. Nr. 9. — Tessier: Gaz. méd. de Paris 1841. p. 609. 605. — Bonnet: Traité des malad. des articulat. T. I. p. 67. — Volkmann: Ueber den Hydarthros steif gehaltener Gelenke. Berl. klin. Wochenschr. 1870. S. 357. — Menzel: Ueber die Erkrankung der Gelenke bei dauernder Ruhe. Arch. f. klin. Chir. 1871. Bd. 12. S. 990. — Reyher: Ueber die Veränderungen der Gelenke bei dauernder Ruhe. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 3. S. 189. — Alison: Thèse de Paris 1871. — Berger: De l'arthrite du genou et l'épanchement articulaire consécut. aux fract. du fémur. Thèse. Paris 1873. — Derselbe: Gaz. des hôpit. 1878. p. 906. — Gosselin: Clinique chirurg. T. I. Paris 1873. p. 323. — Berthomer: Thèse de Paris 1875. — Buzot: Considérat. sur les raideurs articul. consécut. aux fract. Thèse. Paris 1876. — Lafarque: Des arthropathies du genou consécut. aux fract. Thèse. Paris 1878. — Lannelongue: Epanchements du genou dans les fract. de cuisse. Bull. de la soc. de chir. 1876. 6. — Bieulac: De l'épanchement du genou dans les fract. de la jambe. Thèse. Paris 1879. — Volkmann: Die ischämischen Muskellähmungen und -Contrakturen. Centralbl. f. Chir. 1881. Nr. 51. — Barudel: Contribution à l'étude de l'hydarthrose du genou consécutive aux fract. de cuisse. Lyon 1884. — Leser: Untersuchungen über ischämische Muskellähmungen und Muskelcontrakturen. Leipzig 1884. — Duplay et Clado: Altérat. musculaires consécut. aux fract. Progrès méd. 1885. p. 69. — Lataste: De l'état des membres fract. après la consolidation. Paris 1880.

Literatur zum sechsten Abschnitt.

Verduc: La manière de guérir par le moyen de bandages les fract. et les luxat. 3. édit. Paris 1712. — Aitken: Essays on the nature and cure of fract. of the long bones. London 1771. — Koppenstätter: Beschreibung und Abbildung neuer Maschinen und Verbände für Beinbrüche. 3. Aufl. Wien 1833. — Bach: Appréciation des méthodes de traitement dans les fract. des os longs. Strasbourg 1834. — Lehmann: Anleitung zum Anlegen von Bandagen und zur zweckmässigen Behandlung der häufigsten Fracturen und Luxationen. Berlin 1836. — Fritze: Lehre von den wichtigsten Bandagen und Maschinen bes. bei Fracturen und Luxationen. Berlin 1839. — Thivet: Traité complet des bandages et d'anatomie appliquée à l'étude des fract. et luxat. Paris 1840. — Malgaigne: Recherches historiques et pratiques sur les appareils employés dans le traitement des fract. en général. Paris 1841. — Sevaux: Des appareils de contention pour le traitement des fract. en général. Paris 1848. — Camus: Les principaux appareils employés dans le traitement des fract. Paris 1850. — Crocq: Du traitement des fract. des membres. Bruxelles 1851. Deutsch von Burger. Freiburg 1855. — Paul: Die conservat. Chirurgie der Glieder. Breslau 1854. — Legendre: De la valeur comparée des différentes méthodes de traitement des fract. Thèse de concours. Paris 1857. — Roux: Leçons sur les appareils à fract. Paris 1859. — Rall:

Studium zur Therapie der Knochenbrüche. Zeitschr. der Gesellsch. der Aerzte zu Wien. 1859. Nr. 20. — Böhm: Therapie der Knochenbrüche. 1. Thl. Allg. Therapie. Wien 1869. — Gamgee: On the treatment of fract. of the limbs. London 1871. — Guillemin: Les bandages et les appareils à fract. Paris 1875. — Berkeley Hill: The essentials of bandaging with directions for managing fract. and dislocat. 3. edit. London 1876. — Packard: Some practical hints on the treatment of fract. Philadelph. med. Tim. July 8. 1876. — Spillmann: Traitement des fract. Diction. encyclop. des scienc. med. Paris 1879. T. IV. p. 64.

Cap. III.

Lagerungskissen. Laurencet: Du coussin bivalve, nouvel appareil contentif pour les fract. du membre inférieur. Arch. génér. 1851. p. 454. — Bourke: On the treatment of fract. of the lower extremities without the aid of splints. London 1837. — Paul: Die chirurg. Krankheiten des Bewegungsapparates. Lahr 1861 (4theiliges Polster als Planum inclinat. dupl.). — Beaufort: Bandage à compression aërienne. 1866. — Stropp: Der Luftkissenverband. Berl. klin. Wochenschrift 1872. Nr. 12.

Beinladen. Petit: Maladies des os. Nouv. édit. T. II. 1741. p. 279. — Ders.: Mém. de l'acad. royale des scienc. 1718. p. 396. — Heister: Institut. chirurg. 1739. — Zimmermann: Beschreibung einer neuen Beinlade u. s. f. Leipzig 1832. — Dauvergne: Glossocome pour le traitement des fract. des membres infér. Bullet. de thérap. 1847. Vol. 32. p. 31. — Baudens: Compt. rend. de l'acad. des scienc. 1854. T. 39. 40. — Gaillard: Un seul appareil pour toutes les fract. du membre inf. Paris 1857. — Renz: Die Spreizlade, ein praktischer Verband für Fracturen des Oberschenkels. 1872. — Scheuer: Nouvel appareil pour le traitement des fract. compliquées. Bruxelles 1874. — Fialla: Neue Beinlade. Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. Chir. 1882.

Planum inclinatum. Pott: Some few general remarks on fract. and dislocat. London 1768. Deutsch. 1771. S. 419. — Smith: New York med. and phys. Journ. 1825. p. 474. — Amesbury: On the nature and treatment of fract. London 1827. — Laurer: Loder's Journ. f. Chir. Bd. IV. S. 393. — Blume: Einfache Beinbruchmaschine zur Heilung der Oberschenkelbrüche in gebogener Lage. Würzburg 1831. — Roux: Revue méd.-chir. 1849. p. 87. — Ders.: Union méd. Nov. et Déc. 1858. — Ders.: Leçons sur les appar. à fract. Paris 1859. — Preu: De fract. humeri et earum cura. Diss. Vratisl. 1860. — Stanelli: Triclinum mobile. Berlin 1870.

Schweben. Posch: Beschreibung einer neuen Maschine, das Fussbett genannt, zur Heilung der Schienbeinbrüche. Wien 1774. — Löffler: Beitr. zur Arzneiwissenschaft. 1791. I. p. 128. — Metzler: Beschreibung der Braun'schen Maschine zur zweckmässigen Lagerung einfacher und compl. Fracturen an den unteren Gliedmassen. Ulm 1880. — Schmidt: Loder's Journ. f. Chir. Bd. IV. 1805. S. 458. — Faust: Langenbeck's chirurg. Bibliothek. I. 1806. — Ders.: Beinbruchmaschine. Bückeburg 1815. — Sauter: Anweisung, die Beinbrüche der Gliedmassen, besonders der komplicirten des Unterschenkels nach einer neuen Methode sicher und bequem zu heilen. Constanz 1812. — Mayor: Instruction pour traiter sans atelles les fract. des extrémités. Genève 1813. — Eichheimer: Beschreibung und Abbildung einer Maschine für einfache und compl. Fracturen des Oberschenkels. München 1821. — Hecker: Die Graefe'sche Beinbruchschwebe. Berlin 1822. — Rilke: Beschreibung und Prüfung der Fritz'schen Beinbruchschwebe. Prag 1828. — Koppenstätter: Beschreibung einer neu erfundenen und verbesserten Maschine für alle Arten Beinbrüche. 2. Aufl. 1823. — Graefe: Journ. f. Chir. Bd. IV. 1823. — Dornblüth: Beschreibung und Abbildung eines neuen Lagerungs- und Schwebeapparats. Berlin 1827. — Mayor: Mémoire sur l'hyponarthécie etc. Paris et Genève 1827. — Ders.: Essai sur ma suspension. Lausanne 1833. — Fleissner: Darstellung eines Schienen-Schwebeapparates zur zweckmässigen Bandagirung der Brüche der langen Röhrenknochen der Gliedmassen. Landshut 1838. — Günther: Die rationelle Behandlung der Knochenbrüche an den unteren Extremitäten mittelst eines höchst einfachen Schienen-Schwebeapparates. Grimma 1840. — Schindler: Neue Schwebe für Fracturen des Oberschenkels. Allg. Zeitung f. Chir. 1843. p. 44. — Salter: On a new swinging apparatus for the treatment of fract. of the leg. Prov. med. and surg. Journ. 1850. p. 564. — Scoutetten: Le hamac ou nouvel appareil pour les fract. du membre inf. Bull. de l'acad. de méd. T. XXI. 1856. p. 1029. — Devignevielle: De l'épinarthécie ou

traitement des fract. par la suspension avec atelle antérieure. Thèse. Paris 1867. — Smith: Treatment of fract. of the lower extremities by the use of the anterior suspensory apparatus. Baltimore 1867. — Bouyon: De la suspension en chirurgie au moyen du hamac-fanon. Paris 1868. — Philippe: Boîte-gouttière à suspension. Union méd. 1870. 1872. — Hewson: Advantages of suspending the limb in the treatment of fract. of the leg. Philad. med. Tim. March 15. 1871. — Gamgee: On suspension as a principle in the treatment of the Limbs. Lancet. II. 1871. — Adelmann: Verbesserte Extensionsschwebe für Unterschenkelbrüche. Würzburg. med. Zeitschr. 1872. — Blanc: De la suspension comparée aux autres modes de traitement des fract. Paris 1873. — Davy: On the use of hammocks. Brit. med. Journ. 1875. Vol. I. — Simmons: Description of a splint for combined suspension and extension in the treatment of fract. of the lower extr. Americ. Journ. of med. sc. April 1875. — Menzel: Zur Behandlung der Unterschenkelfracturen. Centralbl. f. Chir. 1877. Nr. 2. — Adelmann: Neue Extensionsschweben für compl. Unterschenkelbrüche. Vierteljahrsschr. f. ärztl. Polytechnik. 1881. p. 107.

Schienenverbände. Ritter: Zur Geschichte, Verfertigung, Anlegung und Würdigung des Schienenverbandes bei Knochenbrüchen. Med. Annal. Bd. 12. 1846. S. 34.

Holzschienen. Theden: Neue Bemerkungen und Erfahrungen zur Bereicherung der Wundarzneikunst. II. Berlin 1762 (zweischaalige Schienen aus Nussbaumholz für alle Fracturen). — Löffler: Arch. der prakt. Arzneikunst. Bd. I. 1785. p. 253 (Rohrstäbchen in Leinwand eingenäht). — Martin: Catalogue of surg. instruments by Savigny. 1789. p. 17 (Lindenholz- und Fischbeinstäbchen auf Leder geleimt). — Gooch: Cases and practical remarks on surgery. London 1758. Deutsche Sammlung chirurg. Bemerkungen. Bd. III. S. 93. — Laurer: Loder's Journ. f. Chirurg. Bd. IV. 1805. S. 389 (Holzstäbchen mit Fäden zusammengebunden). — Bell: Lehrbegriff der Wundarzneikunst. IV. 3. Aufl. 1807. S. 425. — Braun: Neue Bibliothek f. d. Chir. Bd. I. 1817. S. 42 (Weidengeflecht). — Schnyder: Die Tuchschienen für Oberschenkelfracturen. Bern 1874. — Esmarch: Kriegschirurg. Technik. 1877. S. 27 (schneidbarer Schienenstoff). — Volkmann: Die Behandlung der compl. Fracturen. Sammlung klinischer Vorträge. Nr. 117—118. 1877. S. 972. — Herzenstein: Der Blumengitterverband. Centralbl. f. Chir. 1878. S. 169. — Pinkerton: A new waterproof splint material. Glasgow med. Journ. 1879. Nr. 9.

Pappschienen. Wiedenmann: Collegium chirurg. 1735. — Sharp: An account of a new method of treating fractured legs. London 1767. — Bromfield: Chirurg. Wahrnehmungen. A. d. Engl. Leipzig 1774. S. 311. — Merchie: Atelles modelées en carton. Gaz. des hôpit. 1854. Nr. 47. — Ders.: Appareils modelées ou nouveau système de déligation. Paris 1858. Ders.: Manuel pratique des appareils modelées ou nouveau système de déligation pour les fract. etc. Bruxelles 1872. — Simmerl: Der Papp-Watteverband nach Linhart in seiner Anwendung auf die Fracturen der Extremitäten. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. I. 1872. S. 357. — Debroise: Appareils cartonnés. Paris 1878.

Blechschienen. A. Paré: Liber de fract. Cap. XXIII. p. 417 (Blechkapsel mit Fussgestell). — Ravaton: Abhandlung von Schuss-, Hieb- und Stichwunden. A. d. Franz. Strassburg 1767. S. 345 (Blechstiefel mit Fussbrett). — Richter: Chirurg. Bibliothek. Bd. IV. 1777. S. 327 (Zinnschienen). — Whaten: Sammlung auserlesener Abhandlungen für Wundärzte. Bd. V. 1781. S. 228 (Zinnschienen). — Schneider: Chirurg. Geschichte. IV. 1786. S. 120 (Eisenblechschienen). — La Faye: Mém. de l'acad. de chir. II. p. 403 (Blechschienen). — Löwenhardt: Ueber einen verbesserten Verbandapparat zur Behandlung der Knochenbrüche. Prenzlau 1840 (gepolsterte Blechkapseln). — Herrmann: Prag. Vierteljahrsschrift. 1865. Nr. 3 (Aluminium-Schienen). — Fuchs: Wien. allg. med. Zeitg. 1866. Nr. 29 (Zinkblechschienen). — Raoult-Deslongchamps: Notes sur de nouveaux appareils en zinc laminé. Revue et mém. de méd. milit. 1873. XXIX. — Kuttiak: Wien. med. Wochenschr. 1875. Nr. 13 (modellirte Zinkblechschienen). — Schoen: Die Zinkblechschienen. Allg. Wien. med. Zeitg. 1876. — Weisbach: Herstellung und Verwendung der Schoen'schen Zinkblechschienen. Deutsche militärärztl. Zeitschrift 1877. S. 513. — Volkmann: Die Behandlung der compl. Fracturen. Sammlung klin. Vorträge. Nr. 117—118. S. 973 (Blechrinne mit Fussstütze). — Port: Ueber gefensterte Blechverbände und Drahtrollbinden. Deutsche militärärztl. Zeitschrift 1880. S. 117. — Raoult-Deslongchamps: Du traitement des fract. des membres. Nouvelle méthode dispensant du séjour au lit au moyen de nouveaux appareils en zinc laminé. Paris 1882.

Drahtschienen. Mayor: Sur le dessin linéaire en relief et l'usage en chirurgie

du fil de fer. Paris 1836. — Lersch: Rhein. und westphäl. Corresp.-Blatt 1844. Nr. 6. — Bonnet: Traité des articulations. Lyon 1845. — Schneider: Ueber die Anwendung der Bonnet'schen Drahtschienen. Hanau 1861. — Smith: Treatment of fract. of the lower extremities by the use of the anterior suspensory-apparatus. Baltimore 1867. — Byrd: The use of wire gaze in the treatment of fract. Med. and surg. Report. July 13. 1868. — Ders.: A wire gaze supporter for the treatment of fract. Philad. med. and surg. Report. Vol. 26. 1872. Nr. 16. — Sarazin: Du traitement des membres blessés à l'aide d'appareils nouveaux dits appareils modelés en toile métallique. Arch. génér. Sept. 1871. p 257. — Ders.: Atelles malléables en toile métallique pour la contention des membres. Gaz. méd. de Strasbourg. 1873. Nr. 9. — Esmarch: Kriegschirurg. Technik. 1877. S. 33 (Drahtschienen aus Drahtgittergewebe). Port: Ueber Drahtrollbinden. Deutsche milit.-ärztl., Zeitschr. 1881. S. 117.

Plastische Schienen. Smell: Moulding tables. London med. Gaz. 1840. p. 781. — Marey: Plastic splints in surgery. Bost. med. and. surg. Journ. June 28. 1877.

Smee: Lancet 1846. Vol. II. p. 608. — Lorinser: Oesterr. med. Wochenschrift. 1847. Bd. II. S. 641. — Heurotay: De l'emploi de la guttapercha au traitement des fract. Arch. belg. de méd. milit. T. I. 1848. p. 203. — Uytterhoeven: De l'application de la guttapercha au traitement des fract. des membres. Journ. de méd. de Bruxelles. 1851. p. 3. — Burow: Ueber die Behandlung der Beinbrüche mittelst einfacher Guttaperchaschienen. Schmidt's Jahrb. 1849. Bd. 61. S. 228. — Ibid. 1850. Bd. 65. S. 122. — Krieger: Ueber den Gebrauch der Guttapercha zum Verbande bei Knochenbrüchen. Med. Zeitg. 1848. — Buis: De l'application de la guttapercha au traitement des fract. Journ. de méd. de Bruxelles 1851. — Lyell: Monthly Journ of med. sc. Vol. IX. 1849. p. 88. — Weber: Allg. med. Centralzeitung. 1852. S. 765. — Dürr: Württemb. med. Corresp.-Blatt. 1853. — Militär-ärztl. Zeitung. 1860. S. 114 (empfiehlt eine Mischung von 5 Theilen Guttapercha, 2 Theilen Schweinefett und 1½ Theilen Resina alba). — Ulrich: Guttaperchaverband bei Knochenbrüchen. Zeitschr. d. Gesellsch. d. Aerzte zu Wien. 1855. S. 272. — Morell Lavallée: Bull. de thérap. Oct. 1862. — Trélat: Gaz. des hôpit. 1862. p. 523. — Krug: Archiv der Heilkunde. 1862. — Diday: Du bandage amovo-inamovible, fabriqué extemporanément avec la guttapercha et le caoutchouc. Gaz. méd. de Lyon. 1864. Nr. 15. — Paquet: Bull. de thérap. Nov. 1867. — Woodman: Med. Tim. and Gaz. Aug. 1870. — Guéniot: Gaz. des hôpit. 1872. Nr. 5.

Lawson Tait: Med. Tim. and Gaz. Nov. 3. 1865. p. 471. — Startin: On Paraffo-Stearine. Brit. med. Journ. March 30. 1867. p. 348. — Hueter: Ueber Paraffinverbände. Berl. klin. Wochenschr. 1867. Nr. 50. — Walter: Ueber Paraffinverband. Petersburg. med. Zeitschr. XIV. — Mac Ewen: Lancet. Aug. 31. 1878. — Ders.: The method of preparing paraffin splints. Glasgow med. Journ. 1880. Nr. 8. — Glaister: Ibid. Aug. 1880.

Smith: London Journ. of arts. June 1830 (Graefe und Walther's Journ. d. Chirurg. Bd. 17. 1831. S. 503). — Martin: Boston med. and surg. Journ. 1877. Vol. II. p. 697. — Marcy: Ibid. 1877. Nr. 26. — P. Bruns: Ueber den plastischen Filz zu Contentivverbänden. Deutsche med. Wochenschr. 1879. Nr. 29. — Ahl: Fracturschienen aus Filz. Vierteljahrsschr. d. ärztl. Polytechnik. 1879. S. 98. — P. Bruns: Ueber einen plastischen Schienenstoff, die plastische Pappe. Verhandl. d. deutschen Gesellsch. f. Chir. 1881. S. 93.

Little: The treatment of fract. by plaster of Paris splints. Americ. med. Tim. 1861. p. 367. — Buty: Des atelles plâtrées combinées avec la suspension élastique. Thèse. Paris 1872. — Biencourt: De l'atelle plâtrée postérieure dans les fract. de jambe et du bras. Thèse. Paris 1873. — Herrgott: Des gouttières en linge plâtré moulées directement sur le membre. Paris 1874. — Beely: Der Gypshanfschienenverband. Berl. klin. Wochenschr. 1875. Nr. 14. — Ders.: Arch. f. klin. Chir. Bd. 19. 1875. S. 112. — Ders.: Zur Behandlung einfacher Fracturen der Extremitäten mit Gypshanfschienen. Königsberg 1878. — Desprès: Traitement des fract. de jambe par l'atelle plâtrée immédiate. Bull. de thérap. 15 oct. 1875. — Bartscher: Gyps-Wasserglasschienen. Deutsche med. Wochenschr. 1876. Nr. 11. — Haber: Der Gypsschienenverband. Berl. klin. Wochenschr. 1876. Nr. 34. — Semera: Traitement des fract. de jambe par l'atelle plâtré immédiate. Thèse. Paris 1880. — Croft: Treatment of simple fract. by the immediate plaster of Paris lateral splints. Brit. med. Journ 1881. II. p. 31. — Ibid. Sept. 21. 1883.

Cirkuläre erhärtende Verbände. Larrey: Traitement des fract. par l'appareil inamovible. Paris 1832. — Ders.: Bandages inamovibles. Paris 1837. — Bérard: Mém. sur l'appareil inamovible dans le traitement des fract. Arch. génér. 1833.

— Kammerlacher: Heilung der Beinbrüche an den unteren Extremitäten ohne Anwendung der bisher üblichen Apparate. Wien. — Nevermann: Ueber den permanenten Verband bei Fracturen. Zeitschr. f. d. ges. Med. Bd. 13. 1840. S. 149. — Merker: De vincturis inamovibilibus. Berlin 1840. — Tardieu: Des appareils inamovibles. Thèse. Paris 1844. — Ritter: Zur Geschichte, Verfertigung, Anwendung und Würdigung des unverrückbaren Verbandes bei Knochenbrüchen. Med. Annal. Bd. XI. 1845. S. 436. — Ruhlmann: De l'emploi des appareils inamovibles dans les fract. Thèse. Strasbourg 1847. — Chassaignac: Appareil inamovible. Gaz. des hôpit. 1854. — Zizek: Die erhärtenden oder sog. unverrückbaren Verbände der neueren Chirurgie. Graz 1872. — Schrauth: Die unverrückbaren Verbände der neueren Chirurgie. München 1875. — Ceccerelli: Del momento più opportuno per l'applicazione degli apparechi inamobili nella cura delle fratture. Lo sperimentale. Marzo 1875. — Hecker: Ueber unverrückbare Verbände. — Englisch: Schnell erhärtende Contentivverbände. Wien. med. Presse. 1876.

Eiweissverband. Larrey: Traitement des fract. des membres par l'appareil inamovible. Thèse. Paris 1832. — Bérard: Mém. sur l'appareil inamovible dans le traitement des fract. Arch. génér. 1833. p. 218. — Rognetta: Traitement des fract. par l'appareil inamovible. Gaz. méd. 1834. p. 257.

Kleisterverband. Seutin: Mém. sur le traitement des fract. par le bandage amidonné. Anvers. 1837. — Ders.: Du bandage amidonné. Bruxelles 1840. — Ders.: Méthode amovo-inamovible. Paris 1850. (Deutsch von Burger. Der abnehmbare unveränderliche Verband. Stuttgart 1851.) — Frech: Der Pappeverband nach Seutin. Mannheim 1840. — Aguilhon: Mém. sur le traitement des fract. par l'appareil inamovible. Gaz. méd. 1838. Nr. 41. — Ders.: Des divers appareils inamovibles et spécialement de l'appareil en papier amidonné dans le traitement des fract. Thèse. Paris 1838. — Buntzen: De apparatu amylaceo in ossium fract. adhibito. Havoniae 1840. — Heyfelder: Ueber Knochenbrüche und ihre Behandlung besonders mit dem Kleisterverband. Bair. ärztl. Intell.-Blatt. 1843. Nr. 12. — Burggraeve: Nouveau système de pansements inamovibles. Bruxelles 1853. (Deutsch von Vocke. Berlin 1853.) — Ders.: Les appareils ouatés, ou nouveau système de déligation pour les fract. Bruxelles 1858. — Lange: Günsburg's Zeitschr. f. klin. Med. 1852. S. 103. — Gamgee: On the advantages of the starched apparatus in the treatment of fract. London 1853. — Permanne: Der Laugier-Heyfelder'sche Papierverband. Deutsche Klinik. 1855. S. 358. — Neuffer: Ueber Kleister-Gypsverbände. Schmidt's Jahrb. Bd. 91. 1858. S. 353. — Biederlack: Ueber den Kleisterverband. Deutsche Klinik 1858. Nr. 30. — Livio de Sanctis: Improvidenza del apparechio amidato nelle fratture. Il Morgagni. 1866. Nr. 8. — Roser: Der Kleister-Gypsverband. Arch. d. Heilk. 1862. — Hewitt: Treatment of fract. by the starch bandage. New York med. Rec. 1872. p. 260. — Navratil: Organtinstärke als Contentivverband. Centralbl. f. Chir. 1879. S. 209.

Dextrinverband. Velpeau: Note sur un nouveau perfectionnement de l'appareil inamovible. Bull. de thérap. 1838. — Ders.: Du traitement des fract. par le bandage dextriné. Annal. de chir. T. I. 1841. p. 1. — Malgaigne: Journ. de méd. el de chir. prat. Mai 1845. — Tavignot: Gaz. med. de Paris. 1841. — Pelikan: Med. Zeitung Russlands. 1854. S. 180 (Gypsdextrin). — Heyfelder: Deutsche Klinik. 1855. Nr. 30 (Gypsdextrin).

Leimverband. Veiel: Württemb. Corresp.-Blatt. 1835. — Vanzetti: Ann. scholae clin. universit. Charcov. 1845/46. — Hamon: Essai sur la méthode amovo-inamovible etc., bandage gélatino-alcoolisé lacé. Gaz. méd. de Paris. 1865. — Lang: Der Leimverband in der chirurg. Klinik zu Tübingen. Diss. 1868. — Hofmokl: Wien. med. Presse. 1871. — V. Bruns: Der Leimverband. Deutsche Klinik. 1873. Nr. 1.

Wasserglasverband. Schuh: Allg. Wien. med. Zeitung. 1865. — Hermann: Wien. med. Presse. 1865. — Pamard: Bandages inamovibles au silicate de potasse. Gaz. hebd. 1866. p. 683. — Michel: Sur l'emploi du silicate de potasse dans la confection des appareils inamovibles. Bull. de thérap. 1866. — Espagne: De l'emploie du silicate de potasse pour la confection des appareils inamovibles. Montpellier méd. 1866. — Hofmokl: Das Wasserglas und die Pappe. Wien. med. Presse. 1870. — Staudenmayer: Wasserglas als Verbandmittel bei Fracturen. Zeitschr. f. Wundärzte und Geburtshelfer. 1870. S. 103. — Runge: Der Wasserglasverband. Berl. klin. Wochenschr. 1870. Nr. 46. — Wedemann: Ueber den Wasserglasverband. Deutsche Klinik. 1871. Nr. 26. — Wartmann: Bull. de la soc. méd. de la Suisse romande. 1874. Nr. 8. — Küster: Der Magnesit-

verband. Deutsche Klinik. 1873. Nr. 12. — König: Der Magnesitverband. Berl. klin. Wochenschr. 1873. Nr. 16. — Englisch: Ueber den Magnesia-Wasserglasverband. Pester med.-chir. Presse. 1877. Nr. 45.

Gypsverband. Rauch: Dissert. de gypso liquefacto ad fract. ossium curandas adhibendo. Berolin. 1829. — Muttray: De cruribus fractis gypso liquefacto curandis. Berolin. 1831. — Dieffenbach: Ueber die Behandlung der Knochenbrüche durch einfachen Verband und Gypsguss. Magaz. f. d. ges. Heilkunde. 1834. Bd. 41. S. 278. — Mathysen: Niewe Wijze van Aanwending van het Gypsverband by Beanbreuken. Haarlem 1852. — Ders.: Du bandage plâtré et de son application dans le traitement des fract. Liège 1854. (Deutsch von Neuhausen. Crefeld 1857.) — Ders.: Verhandeling over het Gypsverband. Hertogenbosch 1857. — Ders.: Traité du bandage plâtré. Paris 1859. (Deutsch von Bergrath. Leipzig 1860.) — Cessner: Ueber Mathysen's Gypsverband. Zeitschr. d. Gesellsch. d. Aerzte zu Wien. 1853/55. — Pirogoff: Der Gypsverband bei einfachen und compl. Knochenbrüchen. Leipzig 1854. — Grimm und Jüngken: Bericht über die Anwendung des Mathysen'schen Gypsverbandes etc. Charité-Annal. 1854. S. 157. — Schultz: Pirogoff's Gypsklebeverband. Med. Zeitung Russlands. Mai 1854. — Szymanowski: Der Gypsverband. St. Petersburg 1857. — Ders.: Gyps und Wasser in der Chirurgie. Arch. der Heilkunde. 1862. — Ders.: Gypsgitter- und Gypslattenverband. Prag. Vierteljahrsschr. Bd. 17. 1865. S. 89. — Ders.: Noch ein Wort über den Gypsverband. Berl. klin. Wochenschr. 1867. Nr. 36. — Münzer: Eine neue Methode des Gypsgusses. Militärärztl. Zeitung. 1861. Nr. 14. — Mitscherlich: Ueber wasserfeste Verbände. Arch. f. klin. Chir. 1861. Bd. I. u. II. — Roser: Der Kleistergypsverband. Arch. d. Heilk. 1862. — Van de Loo: Der amovo-inamovible Gypsverband. Venlo 1863. — Ders.: Bandage et tricot plâtrés. Bull. de l'acad. de méd. 1867. — Ders.: Der amovo-inamovible Gypsverband. Leipzig 1868. — Ders.: Der Gyps-Impressor. Leipzig 1868. — Ders.: Der unmittelbar amovo-inamovible Gypsverband. Köln 1876. — Port: Deutsche Klinik. 1863. Nr. 33. (Aufklappbarer Gyps-Leinwandverband.) — Ders.: Allg. milit.-ärztl. Zeitung. 1865. (Gespalt. zweitheiliger Gypsverband.) — Ders.: Studien zur Kriegsverbandlehre. München 1867. (Dreischaliger Gypsverband.) — Müller: Verwendung des halben Gypsumgusses in der Chir. Arch. f. klin. Chir. II. 1864. S. 159. — Ris: Zur Anlegung des Gypsverbandes. Inaug.-Diss. Zürich 1865. — Müller: Des appareils plâtrés. Gaz. méd. de Strasbourg. 1866. — Lücke: Apparat zur Anlegung von Oberschenkel-Gypsverbänden. Berl. klin. Wochenschr. 1866. Nr. 39. — Mosetig: Zur Gypsverbandfrage. Wien. med. Wochenschr. 1867. — Dittel: Das Verhältniss des Gypsverbandes zum Eisenbahnapparat. Berl. klin. Wochenschr. 1867. Nr. 45. — Tillaux: De l'emploi des appareils plâtrés. Bull. de thérap. Juillet 20. 1868. — O. Weber: Ueber den Gypsverband insbesondere bei kompl. Fract. des Unterschenkels. Deutsche Klinik. 1867. Nr. 18. — Alter: Unmittelbar leicht abnehmbarer Gypsverb. bei einfachen u. compl. Knochenbrüchen. Allg. milit.-ärztl. Zeitung. 1870. p. 274. — Lang: Neue Hülfsapparate des Gypsverbandes nach Heine. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 1. 1872. S. 216. — Burow: Ueber Gypsverbände. Ibid. Bd. II. 1873. S. 518. — Hamilton: Treatment of fract. of the femur by immoveable apparatus. New York med. Journ. August 1874. — Wackerhagen: A new method of applying plaster of Paris for fract. of the bones of the leg. Ibid. 1874. p. 367. (Zweischaliger Gypsverband.) — Englisch: Ein klappenförmiger Gypsverband. Wien. med. Presse. 1874. Nr. 50. — Schinzinger: Ueber Abnahme der starren Verbände. Berl. klin. Wochenschr. 1874. S. 99. — Hamilton: Fracture of the femur treated by plaster of Paris. Philad. med. Tim. Jan. 9. 1875. — Julliard: De l'emploi du plâtre coulé dans le traitement des fract. Lausanne 1875. — Zsigmondy: Der Gypssackverband. Wien. med. Zeitung. 1875. Nr. 39. 1876. Nr. 13. — Gouilloux: De l'emploi du plâtre dans les appareils inamovibles. Thèse. Paris 1876. — Passelczar: Zwei Tische zum Anlegen permanenter Verbände bei Fract. der unteren Extrem. Arch. f. klin. Chir. Bd. 21. 1877. S. 463. — Duprat-Bernard: Traitement des fract. par appareils plâtrés. Thèse. Paris 1878. — Studensky: Ein neuer Apparat für den Gypsverband. Centralbl. f. Chir. 1878. p. 875. — Heath: On the immediate treatment of fract. by plaster of Paris bandage. Brit. med. Journ. Sept. 22. 1883.

Extensionsverbände. Mojsisovics: Darstellung der Aequilibrialmethode zur sicheren Heilung der Oberschenkelbrüche. Wien 1842. — Lorinser: Zugverband bei Oberschenkelbrüchen. Oesterreich. Jahrb. 1848. — Dumreicher: Die Behandlung der schiefen Knochenbrüche an den unteren Extremitäten mit einem neuen Extensionsapparat. Prag. Vierteljahrsschr. 1857 (Eisenbahnapparat).

— G. Buck: Description of an improved extension apparatus for the treatment of the fract. of the thigh. New York med. Record. 1867. — Worthington: On the treatment of fract. by elastic extension. Brit. med. Journ. July 1867. — Hennequin: Des fract. du fémur et de leur traitement par extension continue. Paris 1867. — Hartshorne: Notes in regard to the question of priority in the use of weight extension. Amer. Journ. of med. sc. April 1869. — Philipps: ibid. Oct. 1869. — Czerny: Ueber die Extension mit Gewichten. Wien. med. Wochenschr. 1869. Nr. 33. — Dubreuil: Emploi des agents élastiques dans le traitement des fract. Gaz. des hôpit. 1869. — Martin: To obtain continued extension in the treatment of fract., without using the pulley and weight. Med. Pr. Aug. 1869. — Volkmann: Ein billiger Eisenbahnapparat bei Schussfracturen des Oberschenkels. Berl. klin. Wochenschr. 1870. Nr. 20. — Small: Ein neuer Extensionsapparat. Wiener Sitzungsberichte 1870. — Steinberger: Ueber das Small'sche Extensionsgeflecht. Wien. med. Wochenschr. 1872. Nr. 7. — Prince: Extension in fract. St. Louis med. and surg. Journ. Jan. 1872. — Bidder: Behandlung einfacher Oberschenkelfracturen mit Gewichten. Arch. f. klin. Chir. Bd. 15. 1872. S. 58. — Meyeringh: Ueber die Behandlung von Oberschenkelfracturen durch permanente Extension mit Gewichten. Inaug.-Dissert. Halle 1872. — Böckel: Méthode d'extension continue. Gaz. méd. de Strasbourg. 1872. Nr. 22. — Hofmokl: Beiträge zur Kenntniss der permanenten Extension bei Knochenbrüchen an den Extremitäten. Wien. med. Jahrb. 1873. S. 213. — Esmarch: Ueber elast. Extensionsverbände für Schussfracturen des Oberschenkels und Hüftgelenks. Arch. f. klin. Chir. Bd. 17. 1874. S. 486. — Romanin: Collodiumverband zur Gewichtsextension. Wien. med. Wochenschr. 1874. Nr. 37. — Gussenbauer: Eine neue Extensionsschiene für den Oberarm. Wien. med. Wochenschr. 1874. Nr. 3. — Brown: Remarks on fractured femur. Lancet. Febr. 13. 1875. — Böckel: Des applications de la traction continue au moyen de l'appareil à sparadrap. Bull. de thérap. Nov. 1875. — Denison: A new extension apparatus. New York med. Journ. 1875. p. 482. — Porter: A wire extension splint for the fore arm. Philad. med. and surg. Rep. April 1877. p. 326. — Hartwig: Gypsextensionsverband für Brüche im oberen Drittel des Humerus. Centralbl. f. Chir. 1877. Nr. 32. — Rojic: Ueber die Anbringung der Extension bei Oberschenkelfracturen. Wien. med. Presse. 1877. — Morton: Compound fract. of tibia and fibula and fract. of the femur, new extension apparatus. Philad. med. Times. Febr. 1878. — Kaufmann: Der Kautschuk-Extensionsverband. Vierteljahrsschr. f. ärztl. Polytechnik. 1879. — Dasté: L'emploi de l'extension continue dans le traitement des fract. du fémur. Thèse. Paris 1880. — Leutze: Zur Behandlung der Oberschenkelfracturen bei kleinen Kindern. Berl. klin. Wochenschr. 1880. Nr. 52. — Jacubasch: Zur Behandlung der Oberschenkelfracturen im Kindesalter. Berl. klin. Wochenschr. 1881. Nr. 9. — Seguy: Traitement des fract. du corps du fémur par l'extension continue. Thèse. Paris 1881. — Henke: Zur Frage der Verbandweise fracturirter Oberschenkel bei kleinen Kindern. Berl. klin. Wochenschr. 1882. Nr. 29. — Kümmel: Zur Behandlung der Oberschenkelfracturen im Kindesalter. Ibid. 1882. Nr. 4. — Mögling: Zur Behandlung der Oberschenkelbrüche bei kleinen Kindern. Centralbl. f. Chir. 1882. S. 292. — Duplay et Delabarrie: Traitement des fract. du fémur par l'extension continue. Arch. génér. Juillet 1882. — Englisch: Extensionsapparat zur Behandlung der Knochenbrüche der unteren Gliedmassen. Wien. med. Presse. 1883. Nr. 10. — Kölliker: Oberarmfracturschiene. Monatsschr. f. ärztl. Polytechnik. Juni 1882. — Hertzberg: Beiträge zur Behandlung von Oberschenkelfracturen mit permanenter Gewichtsextension. Inaug.-Dissert. Halle 1885.

Unmittelbare Retentions-Apparate. Malgaigne: Nouvelle méthode de traitement pour les fract. très-obliques de la jambe. Journ. de chir. 1843. — Davasse: Observat. sur l'emploi de l'appareil à vis dans le traitement des fract. obliques de la jambe. Arch. génér. de méd. 1846. — Dieffenbach: Casper's Wochenschr. 1846. Nr. 46. — Uytterhoeven: Journ. de méd. de Bruxelles 1851. — Delabordette: De l'emploi de la pointe métallique dans les fract. obliq. de la jambe. Thèse. Paris 1851. — Arrachart: De l'emploi de la pointe métall. dans les fract. de la jambe. Thèse. Paris 1856. — Dubreuil: De l'application de la pointe métall. dans les fract. de la jambe. Thèse. Paris 1858. Nr. 137. — L. Championnière: Considérations sur l'emploi de la pointe de Malgaigne dans le traitement de certaines fract. de la jambe. Journ. de méd. et de chir. prat. 1868. — Clédon: Du traitement des fract. obliques par les pointes métall. Thèse. Montpellier 1868. — Rioms: De l'appareil à pointe métall. et de son emploi dans les fract. Thèse. Paris 1868. —

Bérenger-Féraud: De la suture des os dans les fract. Bull. de thérap. 1866. — Gaz. hebdom. 1867. — Ders.: De la ligature des os dans les fract. compl. Bull. de thérap. 1868. — Ders.: Traité de l'immobilisation directe des fragments osseux dans les fract. Paris 1870. — Ollier: Du traitement des fract. diaphysaires des os longs par les pointes métall.; nouveaux appareils. Lyon méd. 1870. Nr. 3. — Cabanié: Traitement des fract. par action immédiate sur les fragments au moyen des vis métall. Thèse. Paris 1871. Nr. 157. — Pingaud: Contribut. à la thérap. des fract. à l'aide des pointes métalliques. Gaz. hebd. 1875. p. 323. — Saint-Martin: Traitement des fract. par la pointe de Malgaigne. Thèse. Paris 1879. Nr. 338. — Kocher: Zur Behandlung der Patellafractur. Centralbl. f. Chir. 1880. Nr. 20. S. 321. — Volkmann: Die Sehnennaht bei Querbrüchen der Kniescheibe. Centralbl. f. Chir. 1880. Nr. 24. S. 385. — Pfeil-Schneider: Zur antisept. Knochennaht bei geschlossenem Querbruch der Kniescheibe. Arch. f. klin. Chir. 1881. Bd. 26. S. 286.

Cap. IV.

Cartier: Des fract. compl. Précis d'observat. de chir. Lyon 1802. p. 201. — Larrey: Mém. sur une nouvelle manière de traiter les fract. des membres compl. de plaies. Journ. complément. du Diction. des sc. méd. 1824. T. 20. p. 191. — Maillot: Mém. sur un nouveau mode de traitement des fract. compl. Recueil de mém. de méd. milit. 1829. p. 192. — Koch: Ueber Behandlung mit Wunden compl. Knochenbrüche. Journ. der Chir. 1829. S. 564. — Balling: Ueber compl. Fractur. Journ. der Chir. Bd. 14. 1830. p. 1. — Rognetta: Du traitement des fract. compl. par l'arrosion continue d'eau froide. Bull. de thérap. 1834. T. VI. — Crampton: Treatment of compound fract. of the extremities. Lond. med. and surg. Journ. IV. 1834. p. 746. — Hillis: On the treatment of compound fract. Lancet. 1837—38. II. 335. — Nivet: Mém. sur l'emploi des irrigations continues d'eau froide dans le traitement des fract. compl. Gaz. méd. 1838. — Chassaignac: Des opérations applicables aux fract. compl. Thèse de concours. Paris 1850. — Trastour: Du pansement par occlusion (Chassaignac) dans les fract. compl. Arch. génér. T. 29. 1852. p. 59. — Ibid. T. 30. p. 311. — Dulac: Des divers appareils à employer dans le traitement des fract. compliquées. Paris 1854. — Dewindt: Fract. compl., traitées par l'appareil ouaté. Annal. de la soc. de méd. de Gand. 1858. p. 101. — Schulte: Die Behandlung compl. Fracturen mittelst des Watteverbandes. Allg. med. Centralzeitung. 1857. S. 1. — Gallet: De l'emploi des appareils plâtrés imperméables dans le traitement des fract. compl. Thèse. Strasbourg 1864. — Fourquet: Sur les pansements rares dans les fract. compl. de plaie. Montpellier 1865. — Beck: Zur Behandlung compl. Fracturen. Memorabil. 1865. p. 257. — Wahl: Zur Prognose und Behandlung complicirter Fract. Vierteljahrsschr. für prakt. Heilkunde 1865. S. 31. — Segogne: De l'emploi de l'alcool dans le pansement des fract. compl. de plaie. Thèse. Paris 1867. — Lister: On a new method of treating compound fract. Lancet. 1867. — Cahours: Des irrigations continues dans les fract. comminut. des membres. Bull. de thérap. 1867. p. 114. — Bérenger-Féraud: De la ligature des os dans les fract. compl. Bull. de thérap. 1868. p. 113. — Bertrand: Etude sur les fract. compl. et de leur traitement par l'occlusion collodionée. Thèse. Paris 1869. — Elder: The antiseptic treatment of compound fract. Glasgow med. Journ. 1869/70. p. 195. — Bourguet: Sur le traitement des épanchements sanguins dans les fract. compl. Montpellier méd. 1869. p. 1. — Berthel: Die antiseptische Behandlung der compl. Fracturen mit Carbolsäure. Leipzig 1870. — Guérin: Bull. de l'acad. de méd. Vol. 36. 1871. — Ibid. 1875. — Poinsot: De la conservation dans le traitement des fract. compl. Paris 1872. — Champenois: Importance du rôle de la chirurgie conservatrice dans le traitement des fract. les plus graves des membres sup. Recueil des mém. de méd. et de pharm. milit. 1872. — Isambert: De l'irrigation continue dans le traitement des fract. avec plaie. Thèse. Paris 1872. — Anderson: Compound fract. treated in the Glasgow Royal infirm. Glasgow med. Journ. Nov. 1872. — Buchanan: Cases of compound fract. treated antiseptically. Ibid. Novbr. 1872. — Trendelenburg: Ueber die Heilung der Knochen- und Gelenkverletzungen unter dem Schorfe. Archiv für klin. Chir. Bd. 15. 1873. S. 455. — Krönlein: Die offene Wundbehandlung. Zürich 1872. — Cadiat: De l'immobilisation dans le traitement des fract. compl. Gaz. hebd. 1873. p. 588. — Callender: A series of compound fract. Lancet. 1874.

I. p. 231. — Thiersch: Klinische Ergebnisse der Lister'schen Wundbehandlung und über den Ersatz der Carbolsäure durch Salicylsäure. Sammlung klin. Vorträge Nr. 84—85. 1875. — Labes: Die antiseptische Behandlung complicirter Schädelfracturen. Berlin 1875. — Köhler: Die complicirten Fracturen des Jahres 1875. Charité-Annal. II. 410. — Ibid. IV. 560. — Bryant: Cases of compound fract., in which the wounds were closed with compresses soaked in compound tincture of benzoin. Lancet. 1876. p. 747. — Ressouan: Débridement osseux dans les fract. des membres compl. de plaie. Paris 1876. — Volkmann: Die Behandlung der compl. Fracturen. Sammlung klin. Vorträge Nr. 117—18. 1877. — Wildt: Die compl. Fracturen. 1875—77. Aus dem Berl. städt. Krankenhause in Friedrichshain. Centralbl. für Chir. 1877. Nr. 47. — Mellié: Recherches sur le mode d'action du pansement ouaté. Thèse. Paris 1877. — Mouton: Du traitement des fract. par le pansement ouaté. Thèse. Paris 1877. — Black: Compound fract. treated antiseptically. Edinb. med. Journ. 1876. II. p. 396. — Sinclair: Closure of wound in compound fract. with tincture of benzoin. Brit. med. Journ. March 24. 1877. — Kottmann: Zur Behandlung der offenen Knochenbrüche. Corresp.-Blatt für Schweizer Aerzte. 1877. Nr. 18. — Moritz: 20 antiseptisch behandelte compl. Fracturen. Petersburg. med. Wochenschr. 1877. Nr. 51. — Güterbock: Die neueren Methoden der Wundbehandlung. Berlin 1876. — Wiegand: Beitrag zur Casuistik und zur Behandlung offener Brüche der langen Röhrenknochen. Berlin 1878. — Burns: Conservative surgery in compound comminuted fract. Philad. med. Tim. 1877/78. p. 464. — Vétu: Du pronostic des fract. compl. traitées par la méthode antisept. Thèse. Paris 1878. — Legroux: Contribution à l'étude du traitement des fract. compl. par la méthode de Lister. Thèse. Paris 1878. — Berger: Quelques observations des fract. compl. de plaie communiquant avec de grandes articulations, traitées par le pansement ouaté. France méd. Juillet 1878. — Holmes: On the results of the treatment of compound fract. of the leg with special reference to Lister's antiseptic method. St. George's Hosp. Rep. Vol. IX. p. 651. — Kramer: Resultate der antisept. Wundbehandlung bei den compl. Verletzungen des knöchernen Schädeldachs. Inaug.-Diss. Breslau 1880. — Brown: Compound tincture of benzoin in compound fract. Lancet. 1880. — Bergmann: Zur Behandlung compl. Fracturen. Baier. ärztl. Intell.-Blatt 1880. Nr. 37. — Sachse: Permanente Irrigation mit essigsaurer Thonerde bei compl. Fracturen. Deutsche milit.-ärztl. Zeitung 1880. — Steinhausen: Behandlungsresultate der Fracturen, insbesondere der complicirten des Jahres 1880 in der Charité. Inaug.-Diss. Berlin 1881. — Cliever: Ueber die Behandlung der Durchstechungsfractur. Würzburg 1880. — Lingen: Statistik der compl. Fracturen im Marien-Magdalenen-Hospital 1863—80. St. Petersburg. med. Wochenschr. 1881. S. 165. — Hodges: Antiseptic surgery; compound fract. Bost. med. and surg. Journ. July. 14 1881. — Möbus: Beitrag zur Statistik der antisept. Behandlung compl. Fracturen. Inaug.-Diss. Breslau 1882. — Wagner: Die compl. Fracturen der grossen Röhrenknochen 1877—82. Mittheilungen aus dem Knappschaftslazareth zu Königshütte. Zeitschr. für Heilkunde. Bd. 3. 1882. S. 485. — Böckel: Fract. compl. des membres. Gaz. méd. de Strasbourg. 1882. p. 133. — Roustan: Résection dans la continuité pour les fract. ouvertes. Montpellier méd. 1881. p. 417. — Mosetig-Moorhof: Der Jodoform-Verband bei offenen Knochenbrüchen. Zeitschrift für Therapie. 1883. Nr. 12. — Jeanneret: Application de la méthode antiseptique au traitement des fract. ouvertes à la clinique chirurg. de Genève. 1876—83. Genève 1884. — Dziembowski: Die Behandlung der compl. Fracturen mit antisept. Gypsocclusions-Verbänden. Inaug.-Dissert. Breslau 1884. — Grüneberg: Die Behandlung compl. Fracturen unter dem antisept. Dauerverbande. Inaug.-Diss. Würzburg 1884. — Bach: Beiträge zur Therapie der offenen Knochenbrüche mit besonderer Berücksichtigung der Jodoformschorfbehandlung. Inaug.-Diss. Zürich 1884. — Maas: Ueber die Behandlung offener Knochenbrüche mit dem antisept. Dauerverbande. Aerztl. Intell.-Blatt. 1885. Nro. 44. — Woodward: Some observations on the treatment of compound fract. Med. and surg. Rep. 1884. p. 228.

Literatur zum siebenten Abschnitt.

Cap. I.

Dupuytren: Sur les aneurysmes qui compliquent les fract. Mém. à l'Institut. 24. avril 1825. — Ders.: Leçons orales. T. II. Paris 1839. p. 521. — Ver-

neuil: Bull. de la soc. de chir. 1858/9. p. 402. — Ders.: Des lésions vasculaires qui accompagnent les fract. Bull. de la soc. anat. 2. Sér. T. VII. p. 153. — Gurlt: Op. cit. S. 526. — Lintilhac: Sur les aneurysmes dans les fract. Thèse. Paris 1859. — Bourguet: Sur le traitement des épanchements sanguins dans les fract. compl. Montpellier méd. 1867. p. 1. — Nepveu: Des gangrènes dans les fract. Thèse. Paris 1870. — Laurent: Des aneurysmes compliquant les fract. Thèse. Paris 1874. — Jourdan: Des lésions des gros vaisseaux dans les cas de fract. de cuisse. Thèse. Paris 1873. — Nepveu: Des lésions vasculaires dans les fract. de jambe. Bull. de la soc. de chir. I. 1875. p. 405. — Virchow: Die Verstopfung der Lungenarterie und ihre Folgen. Beiträge zur experiment. Pathol. u. Physiol. v. Traube. 2. Heft 1846. S. 15. — Velpeau: Compt. rend. de l'acad. des scienc. 7. et 14. avril 1862. — Azam: De la mort subite par embolie pulmonaire dans les contusions et les fract. Bull. de l'acad. de méd. 7. juin 1864. T. XXIX. p. 816. — Ders.: De la thrombose consécut. aux traumatismes et de la mort subite qui peut en être la suite. Congrès méd. de Bordeaux. 5. oct. 1865. — Durodié: Etude sur les thromboses et l'embolie veineuses dans les contusions et les fract. Paris 1874. — Boyer: Sur les embolies veineuses dans les fract. Paris 1875. — Azam: De la thrombose veineuse chirurgicale. Bull. de la soc. de chir. 10. juillet 1878. p. 454. — Bessou: L'embolie pulmonaire non mortelle dans les contusions et les fract. Paris 1878. — Levrat: Des embolies veineuses d'origine traumat. Paris 1880. — P. Bruns: Ueber plötzliche Todesfälle nach Knochenbrüchen in Folge von Venenthrombose und Embolie. Beitr. zur klin. Chir. herausg. von P. Bruns. Bd. II. S. 1.

Casuistik der Embolie nach Fracturen. Virchow: Traube's Beitr. z. experiment. Pathol. u. Physiol. 2. Heft. 1846. S. 15. — Velpeau: Compt. rend. de l'acad. des scienc. 7. avril 1862. — Azam: Bull. de l'acad. de méd. 7. juin 1864. — Ders.: Bordeaux méd. 15. janv. 1872. — Bouchard: Bull. de la soc. anat. 1863. p. 162. — Houel: Bull. de la soc. de chir. 25. oct. 1865. — Dupuy: Azam, Congrès méd. de Bordeaux. 5. oct. 1865. — Rigaud: Renaud, Sur la mort subite. Thèse. Strasbourg 1863. — Labat: Azam, l. c. — Labbé: Bull. de la soc. de chir. 12. oct. 1864. — Pribram: Prag. med. Wochenschr. 1864. Nr. 52. — Lannelongue: Mém. et bullet. de la soc. méd.-chir. de Bordeaux. II. 1867. p. 439. — Gosselin: Azam, l. c. — Richet: Azam, l. c. — Tillaux: Bull. de la soc. de chir. 14 avril 1875. p. 340. — Ders.: Bessou, L'embolie pulmonaire non mortelle. Paris 1878. — Nepveu: Bull. de la soc. de chir. 1875. p. 411. — Aubert: Lyon méd. 1871. Nr. 5. — Demarquay: Bull. de l'acad. de méd. 26. août 1873. — Oré: Durodié. Op. cit. p. 66. — Levrat: Des embolies veineuses d'origine traumat. Paris 1880. p. 127. — Henriot et Ozenne: Progrès méd. 1882. p. 951. — Perier: Levrat. l. c. p. 125. — Southam: Lancet. 1879. Vol. I. p. 296. — Parona: Annal. univ. di Med. Nov. 1877. — Billroth: Chirurg. Klinik. S. 486. — Weil: Prag. med. Wochenschr. 1880. Nr. 13. — Dauvé: Recueil de mém. de méd. etc. milit. 1880. p. 175. — Bouley: Bull. de la soc. anat. p. 153. — Kulenkampf: Centralbl. für Chirurgie. 1883. S. 324. — Gilbee: Austral. med. Journ. 1874. p. 339 (Centralbl. f. Chir. 1875. S. 367). — Riedel: König, Lehrbuch d. allg. Chirurgie. S. 396. — Landerer: P. Bruns, l. c. p. 11. — P. Bruns: l. c. p. 11. — Socin: Jahresbericht der chirurg. Klinik zu Basel f. 1883. S. 166.

Cap. II.

Descot: Maladies locales des nerfs. Thèse. Paris 1822. — Swan: Treatise on diseases and injuries of the nerves. London 1834. — J. Hamilton: On the effects resulting from wounds of nerves. Arch. génér. 1838. T. II. p. 174. — Alquié: Du délire nerveux à la suite des fract. de la jambe. Bull. génér. de thérap. T. 36. 1849. p. 539. — Tailhé: Paralysies des avant-bras. Thèse. Paris 1850. — Causard: Essai sur la paralysie, suite de conclusion des nerfs. Thèse. Paris 1861. — Beaugrand: Des lésions traumat. des nerfs. Thèse. Strasbourg 1864. — Ollier: Des paralysies, suites de fract., et de leur traitement chirurgical. Gaz. méd. de Lyon. 1864. Nr. 2. — Ders.: Nerf radial comprimé dans un canal osseux accidentel à la suite d'une fract. de l'humérus. Acad. de méd. 28. août 1865. — Ders.: Traité des résect. I. Paris 1885. — Tillaux: Des affections chirurg. des nerfs. Thèse d'aggrégat. Paris 1866. — Reuillet: Les paralysies du membre supér. liées aux fract. de l'humérus. Thèse. Paris. 1869. — Callender: Injuries to nerves complicating joint fract. St. Bartholm. Hosp. Rep. 1870. p. 37. —

Ders.: Wounds of nerves. Ibid. 1873. p. 22. — Erichsen: A peculiar form of wrist-drop from paralysis of the musc.-spiral nerve in fract. of hum. Lancet. July 1. 1871. p. 1. — Guenot: Paralysie consécut. à la compression des nerfs. Thèse. Paris 1872. — Langenmayer: Casuistische Beiträge zur Lehre der periph. Lähmungen des Nerv. radialis. Inaug.-Dissert. Berlin 1872. — Letiévant: Traité des sections nerveuses. Paris 1872. — W. Mitchell: Des lésions des nerfs. Trad. par Dastre. Paris 1874. — Pasturaud: Étude sur les cals douloureux. Thèse. Paris 1875. — Avezou: De quelques phénomènes consécut. aux contus. des troncs nerveux du bras. Paris 1879. — Lablancherie: De l'enclavement du nerf radial dans le cal de l'humérus. Thèse. Paris 1880. — Couette: Lésions du nerf poplité ext. dans les fract. du tête du péroné. Thèse. Paris 1881. — Krause: Ueber Druckparalysen und Druckneurosen bedingt durch Knochencallus und Narbenmassen. Inaug.-Dissert. Berlin 1882. — Brandenburg: Ueber Nervenlähmungen an der oberen Extremität durch Brüche des Oberarmes. Inaug.-Dissert. Greifswald 1883. — Leclerc: De la compression du nerf médian par un cal vicieux de l'extrémité inf. du radius. Thèse. Paris 1884. — Nicaise: Malad. chirurg. des nerfs. Encyclop. internat. de chir. Paris 1884. — Mordan: Des paralysies du nerf radial liées aux fract. de l'humérus. Revue de chir. T. IV. 1884. p. 196. — Boularan: De la compression des nerfs du membre supér. à la suite des fract. Thèse. Paris 1884.

Casuistik der Nervenverletzungen bei Knochenbrüchen. Arnott: Lond. med. Gaz. 1845. p. 709. — Alquié: Bullet. génér. de thérap. T. 36. 1849. p. 542. 543. 547. — Smith: Dubl. Journ. of med. sc. Vol. 15. 1839. p. 145. — Granger: Edinb. med. and surg. Journ. Vol. 14. 1818. p. 199. — Marjolin et Coulon: Fractur. chez les enfants. p. 147. — Hamilton: Fract. and Dislocat. 1871. p. 187. 247. 248. — Denucé: Diction. de méd. et de chir. prat. Art. Coude. 1868. — Swan: Behandlung der Lokalkrankheiten der Nerven. Deutsch v. Francke. 1839. S. 98. 141. — Kuhl: s. Descot, die örtlichen Krankheiten der Nerven. Deutsch v. Radius. 1826. S. 38. — Pitha: Prag. Vierteljahrsschr. f. prakt. Heilkunde. 1848. S. 130. — Weber: Chirurg. Erfahrungen u. Untersuchungen. 1859. S. 100. — Vogt: Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1877. S. 144. — Ders.: Brandenburg, Ueber Nervenlähmungen an der oberen Extremität durch Brüche des Oberarmes. Inaug.-Dissert. Greifswald 1883. S. 21. — Löbker: Brandenburg, l. c. S. 23. — Ollier: Bullet. de l'acad. de méd. 28. août 1865. — Ders.: Reuillet, Etude sur les paralysies du membre supérieur liées aux fract. de l'humérus. Thèse. Paris 1869. p. 21, 40. 44. — Ders.: Mondan, Revue de chir. 1884. p. 198. 199. 200. 202. 206. 214. — Ders.: Durand, Causes et traitement des pseudarthroses. Thèse. Paris. 1870. — Nicod: Nouv. Journ. de méd. 1818. — Little, Irish Hospit. Gaz. July. 1874. p. 215. — Mitchell: Transact. of the college of physians of Philadelphia. 1876. — Ders.: Des lésions des nerfs. Trad. par Dastre. p. 114. 115. 327. — Hilton: Paget, Surg. pathol. Vol. I. p. 43. — Ders.: Guy's Hosp. Rep. XI. 1867. p. 302. — Broca: Diction. encyclop. des sc. méd. Art. Clavicule. — Earle: Med.-chir. Transact. Vol. VII. 1816. p. 173. — Gibson: Principl. of surg. Vol. I. p. 271. — Poland: Guy's Hosp. Rep. 3. Ser. Vol. III. 1857. — Gensoul: Arch. génér. de méd. 1836. p. 198. — Hamick: On amputat., fract. etc. p. 74. — Callender: St. Bartholm. Hosp. Rep. Vol. VI. 1870. — Nélaton: Gaz. des hôpit. 1857. p. 195. — Chassaignac: Ibid. 1843. — Sarazin: Bullet. de la soc. de chirurgie. 1861. — Legendre: Tailhé. Paralysies des avant-bras. Thèse. Paris 1850. — Avezou: De quelques phénomènes consécut. aux contus. des troncs nerveux du bras. Paris 1879. p. 84. 92. 94. 96. — Gosselin: Clin. chirurgic. Vol. I. — Gross: Syst. of surg. Vol. I. p. 954. 976. — Agnew: Principl. of surg. Vol. I. p. 887. — Boone: Americ. Journ. of med. sc. Vol. 133. p. 282. — Lange: New York med. Journ. April 28. 1883. — Merrian: New York med. Rec. July 8. 1876. — Ormsby: Philad. med. and surg. Rep. Dec. 8. 1877. — Hulke: Med. Tim. and Gaz. Oct. 21. 1876. — Nesbitt: Philad. med. and surg. Rep. Jan. 19. 1878. — Whitson: Edinb. med. Journ. Vol. XVII. 1882. p. 724. — Erichsen: Lancet. July 1. 1871. p. 1. 2. 3. — Syme: Lancet. 1855. Vol. I. p. 174. — Ogston: Brit. med. Journ. Apr. 21. 1877. p. 486. — Lane: Lancet. July 8. 1876. p. 48. — Trélat: Bullet. de la soc. de chir. 14. mai 1884. p. 41. — Ibid. 1882. p. 834. — Ders.: Pasturaud, Etude sur les cals douloureux. Thèse. Paris 1875. p. 49. — Tillaux: Pasturaud, l. c. p. 49. 53. 54. — Ders.: Bullet. de la soc. de chir. 26. juin 1878. — Berger: Bullet. de la soc. anatom. 1871. p. 157. — Delens: Bullet. de la soc. de chir. 21. avril 1880. p. 262. — Ders.: Arch. génér. de méd. 1881. Vol. II. p. 172. — Bouilly: Bullet. de la soc. de chir. 1884. p. 405. —

Perrin: Ibid. 24 mars 1880. p. 220. — Verneuil: Ibid. p. 225. — Leclerc: De la compression du nerf médian par un cal vicieux. Thèse. Paris 1884. p. 12. — Thibierge: Couette, Lésions du nerf poplité ext. dans les fract. du tête du péroné. Thèse. Paris 1881. p. 41. — Duplay: Couette, l. c. p. 41. 44. — Weber: Couette. l. c. p. 30. — Gaujot: Ibid. p. 52. — Chalot: Bullet. de la soc. de chir. 25. févr. 1879. p. 190. — Mercier: Des complications des fract. de la clavicule. Thèse. Paris 1881. — Panas: Arch. génér. de méd. 1878. Vol. II. p. 12. — Lannelongue: Bullet. de la soc. de chir. 9. févr. 1881. p. 155. — Paquet: Boularan, De la compression des nerfs du membre sup. à la suite des fract. Thèse. Paris 1884. p. 22. — Lefort: Ibid. p. 22. — Polaillon: Ibid. p. 23. — Terrier: Ibid. p. 27. — Ders.: Bullet. de la soc. de chir. 31. mars 1880. p. 222. — Lucain: Du mal perforant plantaire. Thèse. Montpellier 1868. — Busch: Allgem. med. Centralztg. 1863. S. 726. — Busch: Berl. klin. Wochenschr. 1872. Nr. 34. — Middeldorpf: Beiträge zur Lehre von den Knochenbrüchen. 1853. S. 79. — H. Fischer: Arch. f. klin. Chir. XVIII. S. 317. — Wagner: Centralbl. f. Chir. 1879. Nr. 41. — Czerny: Verhandl. d. deutschen Gesellschaft f. Chir. XIII. Congress. S. 123. — Israel: Berl. klin. Wochenschr. 1884. S. 254. — Straeter: Deutsche med. Wochenschr. 1880. S. 660. — Aerztl. Bericht über das allgem. Krankenhaus zu Wien im Jahr 1852. S. 81. — Rose: Ueber den Starrkrampf. Handb. d. Chir. v. Pitha-Billroth. I. 2. A. p. 24. — Gurlt: Handb. der Lehre von den Knochenbr. II. (Casuistik der Nervenverletzungen bei Brüchen der Gesichtsknochen.) — Billroth: Allg. chirurg. Pathologie u. Therapie. S. 434. — Ders.: Arch. f. klin. Chir. X. S. 585. 592. — Ders.: Chirurg. Klinik in Wien. 1869/70. Berlin 1872. S. 219. 222. — Bidder: Arch. f. klin. Chir. XXX. S. 800. 801. — Körte: Ibid. XXV. S. 522. — Krabbel: Ibid. XXIII. S. 799. — Sczumann: Deutsche med. Wochenschr. IX. 1883. S. 764. — Lauenstein: Centralbl. f. Chir. 1882. Nr. 51. — Socin: Jahresber. der chirurg. Klinik zu Basel. 1878. S. 55. 1884. S. 164. — Volkmann: Beiträge zur Chirurgie. S. 91. — Seeligmüller: Deutsches Arch. f. klin. Med. XX. 1877. S. 167. — Bernhardt: Arch. f. Psychol. u. Nervenkrankht. 1873. IV. S. 601. — Muralt: Corresp.-Bl. f. Schweizer Aerzte. 1880. Nr. 4. — Thiersch: Sammlung klin. Vorträge. Nr. 84—85. S. 661. — v. Langenbeck: Krause, Druckparalysen u. Druckneurosen bedingt durch Knochencallus u. Narbenmassen. Inaug.-Dissertat. Berlin 1882. S. 7. 19. 24. 25. — Maas: Arch. f. klin. Chir. XXXI. S. 842. — M'Ardle: Dublin Journ. of med. sc. 1880. I. p. 522. — Ibid. Nov. 1885. p. 399. — Puzey: Lancet. May 16. 1885. p. 979. — Senn: The weekly med. Review. Sept. 29. 1883. p. 256. — Gocht: Ueber Pseudarthrosen. Inaug.-Diss. Leipzig 1863. S. 6. — Helferich: Jahresbericht f. chirurg. Poliklinik in München f. 1879 u. 1880. — Alberti: Charité-Annal. IX. 1882. S. 490. — Köhler: Ibid. VI. S. 472.

Cap. III.

Zenker: Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Lunge. Dresden 1862. — Wagner: Die Capillarembolie mit flüssigem Fett. Arch. für Heilkunde. 1862. — Ibid. Bd. VI. 1865. — Lancereaux: De la thrombose et de l'embolie cérébrales. Paris 1862. — Bergmann: Zur Lehre der Fettembolie. Habilitationsschrift. Dorpat 1863. — Hohlbeck: Ein Beitrag zur Lehre von der Embolie u. s. w. Inaug.-Dissertat. Dorpat 1863. — C. O. Weber: Experiment. Studien etc. Deutsche Klinik. 1864. S. 466. — Schwick: De embol. adipe liqu. effecta. Dissertat. inaug. Bonnae 1864. — Uffelmann: Embolie der Lungencapillaren. Zeitschr. f. rationelle Med. Bd. 23. 1865. — Panum: Experiment. Beiträge zur Lehre von der Embolie. Virchow's Archiv Bd. 25. 1862. S. 308. — F. Busch: Ueber Fettembolie. Virchow's Arch. Bd. 35. 1866. S. 321. — Waldeyer: Zur patholog. Anatomie der Wundkrankheiten. Ibid. Bd. 40. 1867. — Joessel: Des thromboses et des embolies en chirurgie. Strasbourg 1869. — Mulot: D'une complication des fractures. Strasbourg 1867. — Feltz: Etude clinique et expériment. des embol. capill. Paris 1870. — Niederstadt: Ueber Embolie der Lungencapillaren u. s. w. Inaug.-Dissert. Göttingen 1869. — Cohnheim: Untersuchungen über die embolischen Processe. Berlin 1872. — Bergmann: Ein Fall von tödtlicher Fettembolie. Berl. klin. Wochenschr. 1873. Nr. 33. — Czerny: Ueber die klinische Bedeutung der Fettembolie. Ibid. 1875. Nr. 44. — Cohnheim und Litten: Ueber die Folgen der Embolie. Virchow's Archiv Bd. 65. S. 99. — Schwenninger: Akutes Lungenödem, Fettembolie. Baier.

ärztl. Intell.-Blatt 1876. Nr. 30. — Halm: Beiträge zur Lehre von der Fettembolie. Habilitationsschrift. München 1876. — Riedel: Zur Fettembolie. Deutsche Zeitschrift f. Chirurg. Bd. 8. 1877. S. 571. — Ders.: Ueber das Verhalten des Urins nach Knochenbrüchen. Ibid. Bd. 10. 1878. S. 539. — Flournoy: Contribution à l'étude de l'embolie graisseuse. Thèse. Strasbourg 1878. — Böttcher: Ein Fall von Fettembolie. Dorpater med. Zeitschr. VI. S. 326. — Lichtheim: Die Störungen des Lungenkreislaufs. Breslau 1876. — Welch: Zur Pathologie des Lungenödems. Virchow's Archiv Bd. 72. S. 375. — Déjerine: Deux cas d'embolie graisseuse pulmonaire consécutive à des fractures. Bull. de la soc. anatom. 1878. p. 453. — Major: Embolies graisseuses des poumons. Ibid. p. 490. — Scriba: Untersuchungen über die Fettembolie. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. XII. S. 118. — Pellis: De l'embolie graisseuse. Thèse. Paris 1879. — Déjerine: Recherches expériment. et cliniques sur l'embolie graisseuse dans les altérations osseuses. Gaz. méd. de Paris. 1879. Nr. 36. — Girou: Fract. par écrasement des deux os de l'avant-bras; embolie graisseuse du poumon. Bull. de la soc. anat. 1879. p. 118. — Quenu: Fract. multiples, embolies graisseuses. Ibid. p. 137. — Boursier: Fract. multiples, embolies graisseuses du poumon. Ibid. p. 147. — Fenger and Salisbury: Diffuse multiple capill. fat-embolism of the lungs and brain in common fract. Chicago med. Journ. 1879. p. 587. — Wiener: Wesen und Schicksal der Fettembolie. Arch. f. experiment. Pathologie u. Pharmakol. Bd. XI. S. 275. — Sepp: Eenige bydragen tot de leer der Vetembolie. Inaug.-Dissert. Leiden 1880. — Laurens: Des embolies graisseuses dans les fractures. Thèse. Paris 1880. Nr. 209. — Southam: Fat-embolism in fractures. Lancet. July 10. 1880. — Bryant: Compound fractures of femur, acute gangrene, fatty embolism, death. Lancet. Apr. 16. 1881. — Skirving: On fatty embola occurring after fractures. Lancet. Oct. 7. 1892. p. 567. — Minich: Sull' embolismo di grasso nelle fratture. Lo sperimentale. 1882. — Socin: Jahresbericht über die chirurg. Klinik zu Basel für 1882. S. 127. — Jahresb. für 1883. S. 138. — Zwicke: Deutsche med. Wochenschr. 1883. Nr. 32. — Pinner: Ein Beitrag zur Lehre der Fettembolie. Berl. klin. Wochenschr. 1883. Nr. 13. — Saundby and Barling: Brit. med. Journ. May 27. 1882.

Cap. IV.

Martin: De l'emphysème traumat. Gaz. méd. de Paris. 1836. — Malgaigne: Du traitement des grands emphys. traumat. Bull. de thérap. 1842. p. 352. — Ders.: Observat. sur la nature et la gravité de l'emphys. traumat. spont. Journ. de chir. 1845. p. 131. — R. Koch: Das Emphysema traumat. Inaug.-Dissert. Giessen 1853. — Beaufort: De l'emphys. traumat. Thèse. Paris 1853. — Couquet: Emphys. traumat. Thèse. Montpellier 1855. — Velpeau: De l'emphys. primitif dans les fract. des membres. Union méd. 1855. Nr. 11. — Poupelard: Emphys. traumat. Thèse. Paris 1855. — Boureau: De l'emphys. primitif ou spontané dans les fract. des membres. Thèse. Paris 1856. — Dolbeau: De l'emphys. traumat. Thèse de concours. Paris 1860. — Velpeau, Broca, Morell-Lavallée: Discussion sur l'emphys. traumat. Bull. de la soc. de chir. 1862. p. 301. — Gleitsmann: De emphysem. traumat. spontan. Dissert. inaug. Gryphiswald. 1864. — Demarquay: Essai de pneumatologie méd. Paris 1866. — Bezard: Emphys. dans les fract. des côtes. Thèse. Paris 1868. — H. Fischer: Ueber das traumat. Emphysem. Sammlung klin. Vorträge. Nr. 65. 1874.

Cap. VI.

Jacquemin: Dissert. sur la possibilité de faire céder le cal pour corriger les difformités provenant de fract. vicieusement consolidées. Paris 1822. — Oesterlen: Ueber das künstl. Wiederabbrechen fehlerhaft geheilter Knochen der Extremitäten im Callus. Tübingen 1827. — Michaelis: Künstl. Trennung schief geheilter Knochen. Journ. der Chir. 1834. Bd. 21. S. 163. — Jericho: Dissert. de osteopalinclasi. Halae 1833. — Pflüger: Ueber das Wiederabbrechen fehlerhaft geheilter Knochenbrüche im Callus. Inaug.-Diss. Tübingen 1838. — Laugier: Des cals difformes et des opérat. qu'ils réclament. Paris 1841. — Norris: On the treatment of deformities following unsuccessfully treated fract. Amer. Journ. of med. scienc. 1842. p. 305. — Oesterlen: Beschreibung und Zeichnung der ver-

einfachten Maschine des Wundarztes Bosch zum künstl. Wiederabbrechen fehlerhaft geheilter Knochenbrüche im Callus. Med. Annal. 1844. Bd. 10. S. 235. — Schötteringk: De osteopalinclasi. Dissert. inaug. Halae 1844. — Guérin: Du traitement des fract. qui se consolident ordinairement d'une manière vicieuse. Arch. génér. 1845. p. 154. — Ritter: Zur Geschichte der Behandlung fehlerhaft geheilter Knochenbrüche. Journ. der Chir. und Augenheilk. 1847. S. 1. — Cock: Refracture of badly united bones. Med. Tim. and Gaz. 1854. p. 615. — Hamilton: On deformities after fract. Transact. of the Americ. med. assoc. 1855. p. 347. — Ibid. 1856. p. 69. — Ibid. 1857. p. 241. — Wagner: De ratione quadam fracturas ossium deformiter consolidatas etc. Regiomont. 1858. — Wagner: Ueber die Behandlung deform geheilter Knochenbrüche durch gewaltsame Streckung. Königsb. med. Jahrb. 1859. I. 310. — Skey: Cases of refracture of bone. Med.-chir. Transact. 1859. p. 23. — Langenbeck: Deform geheilte Fracturen. Deutsche Klinik. 1860. S. 176. — V. Bruns: Beitrag zur Behandlung schlecht geheilter Beinbrüche. Deutsche Klinik. 1861. S. 139. — Gisevius: De ratione quadam fracturas ossium deformiter consolidatas violenta extensione sanandi. Regiomont. 1862. — Lerte: New method facilitating the operation for badly united fractur. New York. med. Rec. 1867. Vol. II. Nr. 30. — Caspary: Ueber die Trennung des deform. Callus. Arch. für klin. Chir. Bd. V. 1864. S. 258. — Skey: Refract. of bones. Lancet. 1870. Vol. II. p. 395. — Rizzoli: Clin. chirurg. Trad. par Andreini. Paris 1872. — Behla: Resect. in der Continuität bei difform. Call. Inaug.-Diss. Berlin 1874. — Gussenbauer: Die Methoden der künstl. Knochentrennung. Arch. für klin. Chir. XVIII. 1875. S. 1. — Nepveu: De l'ostéoclasie et de l'ostéotomie. Arch. génér. 1875/76. 6 Sér. T. 26—27. — Spence: Refracture in cases of deformity from badly adjusted fract. Edinb. med. Journ. March 1876. p. 769. — Taylor: A new osteoclast. New York med. rec. Apr. 21. 1877. — Chalot: Des divers moyens de diérèse. Thèse. Paris 1878. — Roberts: Refract. for the relief of deformity following badly treated fract. Edinb. med. Journ. 1878—79. p. 115. — Poncet: Nivellement sous-periosté d'un cal irrégulier dans une fract. de jambe. Bull. de la soc. de chir. 16. mars 1881. — Sayre: Shortening of limbs after fract. New York med. Rec. 1881. p. 441. — Robin: Note sur un nouvel ostéoclaste. Lyon méd. 1882. p. 487. — Gangolphe: De l'ostéotomie dans le traitement des cals vicieux. Thèse. Lyon 1882. — Campenon: Du redressement des membres par l'ostéotomie. Thèse. Paris 1883. — Zappola: Osteoclasia dei calli viziose. Roccoglit. med. 2. Febr. 1883.

Casuistik der deform geheilten und mit Osteoklase behandelten Fracturen (mit Ausschluss der von Gurlt gesammelten Fälle). Caspary: Arch. f. klin. Chir. Bd. V. S. 258. — Billroth: Chir. Klinik. S. 493. — Volkmann: Beiträge zur Chirurgie. S. 87. — Gussenbauer: Arch. f. klin. Chir. Bd. XVIII. S 377. — Medini: Bull. delle scienze med. di Bologna. Ser. VI. Vol. IV. 1879. — Ders.: Centralbl. f. Chir. 1885. Nr. 2. — Küster: Fünf Jahre im Augusta-Hospital. S. 255. — Bardenheuer: Jahresbericht über die chirurg. Thätigkeit im Kölner Bürgerhosp. während des Jahres 1875. S. 255. — Grimm: Prag. med. Wochenschr. 1877. II. 45. — Doutrelepont: Berl. klin. Wochenschr. 1878. Nr. 14. — Krönlein: Arch. f. klin. Chir. Bd. XXI. Suppl. S. 245. — Waitz: Ibid. Bd. XXI. S. 790. — Settegast: Ibid. Bd. XXIV. 668. — Socin: Jahresb. der chir. Klinik zu Basel f. 1872. S. 48. — Ders.: f. 1880. S. 136. — Köhler: Charité-Annal. Bd. III. 467. Bd. IV. 584. — Zwicke: Ibid. Bd. X. 444. 460. — Walzberg u. Riedel: Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. XV. S. 112. 116. — Butcher: Dubl. Journ. of med. sc. Nov. 1874. p. 353. — Hayes: Ibid. Oct. 1. 1875. p. 289. — O'Grady: Ibid. May 1878. p. 466. — Walter: Philad. med. and surg. Report. July 1875. — Le Dentu: Bull. de la soc. de chir. de Paris. 1880. p. 419. — Verneuil: Ibid. p. 428. — Bouilly: Ibid. 1884. p. 407. — Bontecou: Med. and surg. hist. of the war of the rebell. Part. III. p. 651. — Packard: Internat. encyclop. of surg. Vol. IV. p. 213. (Daselbst Fälle von Buck, Fayres, Tiffang.) — Mollière: Cal vicieux du fémur. Lyon 1884. — Redard: Congrès internat. des sc. méd. 8. Session. Compte rendu des travaux de la section de chir. p. C. Lange. Copenhague 1885. p. 75.

Fälle mit Osteotomie behandelt. Heyfelder: Operationslehre und Statistik der Resectionen. Wien 1861. (Daselbst Fälle von Kutschenberger, Kearny, Reiche, Bettinger, Klose, Fergusson, Reverdit.) — Völker's Arch. f. klin. Chir. Bd. IV. 584. — Gardeil: Malgaigne. Traité des fract. et des luxat. T. 1. p. 336. — Guersant: Bullet. de la soc. de Chir. de Paris. 1855/56. — Chassaignac: Ibid. 1863. p. 305. — Duplay: Ibid. 1880. p. 352. — Terrillon: Ibid. 1880.

— Verneuil: Ibid. 1882. p. 743. — Böckel: Ibid. 1884. p. 467. — Bouilly: Ibid. 1884. p. 409. — Gillette: Ibid. p. 414. — Poncet: Gangolphe, De l'ostéot. dans le traitement des cals vicieux. Thèse. Lyon 1882. p. 95. — Ollier: Ibid. p. 85. — Demons: Ibid. Nr. 51. — Richet: Union méd. 1875. — Duplay: Arch. génér. de méd. Avril 1885. p. 391. — Heath: Transact. of the clin. soc. of London. 1877. p. 158. — Maunder: Med. Tim. and Gaz. 1877. I. 516. — Ibid. 1878. I. p. 213. — Ders.: Lancet. 1876. Vol. I. p. 742. — Med. Tim. and Gaz. 1878. p. 113. — Hill: Ibid. 1872. Vol. II. p. 153. — Turner: Ibid. 1884. Vol. I. p. 936. — Lister: Cheyne, Die antisept. Chirurgie. Uebers. von Kammerer. S. 458 etc. — Bell: Edinb. med. Journ. 1877. p. 785. — Spence: Ibid. 1876. p. 769. — Willet: St. Barthol. Hosp. reports. Vol. XX. p. 59. — O'Grady: Dubl. Journ. of med. sci. May 1. 1878. p. 464. — Bennet: New York med. Journ. 1881. p. 214. — Barwell: Brit. med. Journ. 1878. Vol. I. p. 228. — Jessop: Ibid. April 14. 1885. — Fenger: Med. News. April 15. 1882. — Estes: Med. record. Sept. 8. 1883. — Bassini: La clin. chirurg. di Parma. 1879/80. — Margary: Osteotomia, sue varie applicazione nella cura delle deformita. Turin 1882. p. 42. — Brachini: Sperimentale. 1882. p. 42. — Israel: Arch. f. klin. Chir. XX. S. 272. — Waitz: Ibid. Bd. XXI. S. 790. — Krönlein: Ibid. Bd. XXI. Suppl. S. 245. — Trendelenburg: Ibid. Bd. XXIV. 792. 793. — Rochelt: Jahresb. der chir. Klinik in Innsbruck. 1877. — Schede: Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. Chir. 1882. S. 62. — Albert: Wien. med. Presse. 1877. Nr. 1. — Gussenbauer: Clinique chir. de Liège. p. 185. — v. Sobbe: Beitr. zur Gesch. der subperiost. Resektion in der Continuität der Röhrenknochen. Inaug.-Diss. Berlin 1868. — Behla: Resektionen in der Continuität bei difformem Callus. Inaug.-Diss. Berlin 1874. — Doutrelepont: Berl. klin. Wochenschr. 1878. Nr. 14. S. 198. — Szumann: Breslauer ärztl. Zeitschr. 1879. Nr. 8. — Lumniczer: Centralbl. f. Chir. 1884. S. 592. — Harten: Antiseptik. Osteotomie. Kjobenhavn 1883. p. 170. — Margary: Archiv. di Ortopedia. 1886. Fasc. 4—5. — Kümmel: Tabelle der seit Anfang März im Hamburger allg. Krankenhause mit anorgan. Verbänden behandelten Wunden.

Cap. VII.

Roche: Sur la non-réunion de quelques fract. Paris 1805. — Moreau: Essai sur l'emploi de la résect. des os. Paris 1816. — Vallet: Sur la non-consolidat. des fract. des os longs. Thèse. Strasbourg 1817. — Kuhnoltz: Considérations sur les fausses articulations. Journ. complément. du diction. des scienc. méd. 1819. p. 289. — Schwörer: De causis et struct. pseudarthr. Diss. Friburg. 1821. — Langenbeck: Von der Bildung widernatürl. Gelenke nach Knochenbrüchen. Neue Bibl. f. Chir. 1822. S. 289. — Schuster: De articulat. praeternat. Landshut 1822. — Mitsching: Dissert. de articulat. spuria. Halae 1822. — Reisinger: Beitrag zur Behandlung widernatürl. Gelenke. Baier. Annal. 1824. S. 96. — Amesbury: Pressure and rest in the treatment of fract. of long standing. Lond. med. Reposit. 1824. p. 299. — v. d. Busch: Heilung von unvereinigt gebliebenen Knochenbrüchen durch das Haarseil. Journ. f. Chir. Bd. VII. 1825. S. 335. — Troschel: Dissert. de pseudarthr. Berolin. 1826. — Oppenheim: Ueber die Behandlung der falschen Gelenke. Magazin f. d. ges. Heilkunde. Bd. 27. 1828. S. 201. — Hewson: On the mechanism of preternatural joints and on the means of cure. Amer. med. and surg. Journ. 1828. p. 1. — Buchanan: On a new method of treatment for diseased joints and the non-union of fract. London 1828. — Mirus: De pseudarthr. Diss. Jenae 1831. — Sharpey: On the pathol. and treatment of false joints. Edinb. 1830. — Brodie: On ununited fractures. Lond. med. Gaz. 1833. p. 53. — Bérard: Des causes, qui rétardent ou empêchent la consolidat. des fract. Thèse de concours. Paris 1833. — Lombard: Sur les causes qui peuvent empêcher ou retarder la consolidat. des fract. Paris 1834. — Fleury: Considérat. sur les causes qui peuvent retarder ou empêcher la consolidat. des fract. Arch. génér. T. 14. 1837. p. 438. — Oppenheim: Ueber die Behandlung der Pseudarthr. Zeitschr. f. d. ges. Med. Bd. 5. 1837. S. 1. — Seerig: De pseudarthr. Diss. Regiomont. 1838. — Stachelhausen: Dissert. de pseudarthr. ex oss. fract. orta curatione. Bonnae 1838. — Laloy: De la suture des os. Thèse. Paris 1839. — Hartshorne: On the causes and treatment of pseudarthr. Amer. Journ. of med. sc. 1841. p. 121. — Norris: On the occurrence of non-union after fract. Ibid. 1842. p. 13. — Hering: Ueber die widernatürl.

Gelenke. Berlin 1843. — Goellrich: Die Wiedervereinigung veralteter Fracturen durch das Aneinanderreiben der gebrochenen Knochen. Zeitschr. f. Chir. 1845. S. 90. — Günther: Ueber widernatürl. Gelenke und die schnellste, sicherste und gelindeste Art, sie zu heilen. Zeitschr. f. Chir. 1845. S. 259. — Böhm: Dissert. de pseudarthr. ossium fract. excipiente. Berol. 1846. — Dieffenbach: Neue sichere Heilmethode des falschen Gelenks. Wochenschr. f. d. ges. Heilkunde. 1846. S. 729. — Geller: De resect. pseudarthr. e femoris fract. ortae. Bonnae 1847. — Bleu: Sur les causes et le traitement des fract. non-consolid. Thèse. Paris 1848. — Hahn: Ueber mangelhafte Callusbildung. Zeitschr. f. Wundärzte und Geburtshelfer. 1848. S. 22. — Schumann: De pseudarthr. natura anatom. Dissert. Lips. 1842. — Löffler: Zur Lehre von der Entstehung der falschen Gelenke. Med. Zeitg. 1846. S. 201. — Marlier: Des causes qui retardent ou empêchent la format. du cal. Thèse. Paris 1851. — Mayländer: De pseudarthr. Diss. Halae 1852. — Gruner: Diss. de pseudarthr. sanandi methodis. Lipsiae 1852. — Gebhard: De pseudarthr. cura. Dissert. Marburg 1852. — Brainard: On a new method of treating ununited fract. Transact. of the Americ. med. assoc. Vol. VII. 1854. p. 557. — Roy: Des pseudarthr. et de leur traitement. Paris 1856. — Mannhardt: Dissert. de pseudarthr. Kiliae 1857. — Jobert: Leçons sur les pseudarthr. suites des fract. Union méd. 1858. Nr. 91. — Rauch: De pseudarthr. Dissert. Jenae 1858. — Curling: Seton in ununited fract. Lancet. Vol. II. 1858. p. 576. — Niermann: De pseudarthr. Dissert. Gryph. 1859. — Jordan: Traitement des pseudarthr. par l'autoplastie périostique. Paris 1860. — Sanborn: The silver wire in ununited fract. Amer. Journ. of med. sc. Apr. 1860. — Schmiedt: De pseudarthr. Dissert. Berol. 1862. — Lumniczer: Resektion und Metallsutur zur Heilung von Pseudarthrosen. Wiener med. Wochenschrift. 1863. S. 673. — Gocht: Ueber Pseudarthr. nach Fracturen im Allgemeinen und über die des Oberarmes im Speciellen. Inaug.-Dissert. Leipzig 1863 — Denucé: Mém. sur l'histoire des fausses articulat. et sur un procédé opérat. qui leur est applicable. Bull. de la soc. de chir. 1863. p. 501. — Bourquet: Pseudarthr. de la cuisse traitée avec succès par les injections irritantes. Ibid. 1863. p. 193. — Bourquet: Nouvelle observat. Ibid. 1864. p. 40. — Winchester: On ununited fract. Lancet. 1864. p. 463. — Bickersteth: On a new operation for obtaining union of ununited fract. Med.-chir. Transact. Vol. 47. 1864. p. 113. — Hachtmann: De pseudarthr. Gryph. 1864. — Mönnikes: De pseudarthr. Diss. Berol. 1864. — Gruchot: De pseudarthr. Diss. Berol. 1866. — Simon: Operationen bei Pseudarthr. Deutsche Klinik. 1866. S. 297. — Bérenger-Féraud: De la suture des os dans les fract. compliquées ou non réunies. Bull. génér. de thérap. 1866. p. 20. — Gaz. hebd. 1867. — Ders.: De la ligature des os. Bullet. génér. de thérap. 1868. — Bigelow: Ununited fract. successfully treated. Boston 1867. — Puel: Essai sur les pseudarthr. consécutives aux fract. des membres. Thèse. Paris 1807. — Schlötel: Ueber Muskelinterposition bei Fracturen. Inaug.-Diss. Marburg 1868. — Ollier: Des pointes métalliques et de leur applicat. dans le cas de pseudarthr. Bull. de la soc. de chir. 1868. p. 471. — Callender: Notes respecting non-uniting fract. Med.-chir. Transact. 1868. p. 143. — Vételay: Considérat. sur les pseudarthr. et leur traitement. Thèse. Paris 1869. — Schmidt: Beitrag zur Behandlung von Pseudarthr. Inaug.-Diss. Göttingen 1870. — Sirus-Pirondi: Traitement des fract. non-consolid. Gaz. hebd. 1870. p. 61. — Petit: De la grossesse dans ses rapports avec le traumatisme. Thèse. Paris 1870. — Durand: Causes et traitement des pseudarthr. Thèse. Paris 1870. — Bérenger-Féraud: Traité des fract. non-consolidées. Paris 1871. — Ders.: De la valeur thérap. du séton dans le traitement des fract. non-consolid. Bull. génér. de thérap. 1871. — Callender: Delayed union and non-union of bones. Brit. med. Journ. Nov. 30. 1872. — Dlauhy: Einige Fälle von Pseudarthr. Wien. med. Presse. 1872. Nr. 13. — Siegert: Ueber die Behandlung der Pseudarthr. Inaug.-Dissert. Greifswald 1872. — Greve: Ueber die Behandlung der Pseudarthr. Inaug.-Diss. Berlin 1872. — Norris: Contribut. to pract. surgery. Philadelphia 1873. — Roy de Clotte: Etude sur les pseudarthr. Thèse. Paris 1873. — Wideburg: Ueber Pseudarthr. Inaug.-Diss. Erlangen 1873. — Danzel: Diaphysen-Resect. bei Pseudarthr. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. IV. 1874. S. 277. — Rizzoli: Di alcune falsi articulazioni. Bologna 1874. — Starcke: Ein Beitrag zur Behandlung der Pseudarthr. Charité-Annal. Bd. II. 1875. S. 501. — Ranke: Pseudarthr. des Unterschenkels, treppenförmige Resection mit Aneinandernietung der Fragmente durch Elfenbeinstifte. Berl. klin. Wochenschrift. 1875. S. 221. — Nussbaum: Ueber die Behandlung unglückl. Vorkommnisse nach einfachen und compl. Beinbrüchen, insbesondere

über Knochentransplantation. München 1875. — Boutry: Diagnostic différent. entre la consolidat. incomplète des fract. et la pseudarthr. Thèse. Paris 1876. — Becker: Zur Therapie der Pseudarthr. Baier. ärztl. Intell.-Blatt. 1876. Nr. 41. — Reyher: Zur Behandlung der Pseudarthr. St. Petersburger med. Wochenschrift. 1876. Nr. 33. — H. Smith: On the treatment of ununited fract. Amer. Journal of med. scienc. Jan. 1876. — Nassilow: Neue Resectionsmethode bei Pseudarthr. Rudnew's Journal 1876 (Centralblatt für Chirurgie. 1876. S. 521). — Brown: Treatment of non-union with galvano-puncture. Arch. of clin. surg. 1876. I. 117. — Byrd: On the wire ligature in the treatment of ununited fract. New York med. Journ. Vol. 23. 1876. p. 449. — Hamilton: The treatment of ununited fract. Ibid. Vol. 24. p. 183. — H. Smith: Treatment of ununited fract. by pressure and motion. Ibid. p. 94. — Trélat: Du cal tardif et des pseudarthr. Progrès méd. 1876. p. 445. — Guéniot: Grossesse et traumatisme considérés dans leurs rapports mutuels. Bull. de la soc. de chir. T. II. 1876. — Bidder: Zur Behandlung der Pseudarthr. mittelst Einbohren von Elfenbeinstiften. Arch. f. klin. Chir. Bd. XX. S. 831. — Böckel: Sur le traitement des pseudarthr. Gaz. méd. de Strasbourg. 1877. Nr. 9. — Midrin: Essai sur la valeur physiol. et thérap. du phosphate de chaux dans les fract. Thèse. Paris 1877. — Wathier: De la pseudarthr. consécut. aux fract. de l'humérus. Thèse. Paris 1877. — Finlay: The treatement of certain cases of ununited fract. Edinb. med. Journ. 1878. p. 696. — Otz: Sur une modificat. du traitement de la pseudarthr. par la méthode de Dieffenbach. Strasbourg 1878. — Bognaud: Influence de quelques lésions du système nerveux sur la format. du cal. Thèse. Paris 1878. — Heine: Ueber operative Behandlung der Pseudarthr. Arch. f. klin. Chir. Bd. 22. S. 472. — Rydygier: Eine neue Methode zur Behandlung von Pseudarthr. Deutsche med. Wochenschr. 1878. Nr. 27. — Düsterhoff: Kritik der bisherigen Ansichten über den Einfluss der constit. Syphilis auf den Verlauf der Kriegsverletzungen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 22. S. 637. — Bérenger-Féraud: De la valeur du frottement des fragments dans le traitement des fract. non consolid. Bull. génér. de thérap. 1879. — Raymondaud: Du retard de la consolidat. dans les fract. du membre infér. Thèse. Paris 1880. — Fouilloux: Contribut. à l'étude des pseudarthr. et à leur traitement par la suture osseuse. Thèse. Paris 1881. — Sauter: Die Pseudarthr. nach Fracturen. Inaug.-Dissert. München 1881. — Katz: Zur Therapie der Pseudarthr. Inaug.-Dissert. Würzburg 1881. — Trendelenburg: Ueber das spätere Verhalten von Elfenbeinstiften, welche bei Operation der Pseudarthr. in Knochen eingeschlagen sind. Arch. f. klin. Chir. Bd. 26. 1881. S. 873. — Riedinger: Ueber Pseudarthr. am Vorderarm und das Schicksal implantirter Elfenbein- und Knochenstifte. Ibid. S. 985. — Ludot: Traitement des pseudarthr. chez les gens âgés. Thèse. Paris 1881. — Isch-Wall et Wassilieff: Du retard dans la consolidation des fract. du tiers supér. du tibia. Arch. génér. Sept. 1882. — Heuler: Beitrag zur operat. Behandlung der Pseudarthr. Inaug.-Dissert. München 1882. — Schede: Zur Behandlung der Pseudarthr. Verhandl. der deutschen Gesellschaft für Chir. 1882. S. 97. — Croux: Pseudarthr. partielle de l'avant-bras. Thèse. Nancy 1883. — Hintze: Ueber Pseudarthr. und ihre operative Behandlung. Inaug.-Dissert. Halle 1883. — Senn: Delayed and non-union of fract. Weekly med. review. Sept. 29. 1883. — Verneuil: De la consolidat. des fract. chez les diabétiques. Bull. de l'acad. de méd. 1883. p. 934. — Karmilow: Vergleichende Kritik der Behandlungsmethoden falscher Gelenke nach Fracturen. St. Petersburg 1883 (Centralbl. f. Chir. 1884. Nr. 32). — Petit: Influence de la syphilis sur la consolidat. des fract. Union méd. 1884. p. 1105. — Gellé: Des fract. chez les syphilitiques. Paris 1884. — Ollier: Traité des résections. T. I. Paris 1885. p. 531.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Aetiologie der Knochenbrüche.

A. Die allgemeinen Häufigkeitsverhältnisse der Knochenbrüche. Allgemeine Statistik.

§. 1. Unter den zufälligen Körperverletzungen, welche zum Gegenstande chirurgischer Behandlung werden, gehören die Knochenbrüche zu den häufigeren.

Die allgemeinen Häufigkeitsverhältnisse derselben genauer festzustellen ist Aufgabe der Statistik. Sie ist gerade für die Fracturenlehre von entschieden grösserem Werthe als für manche andere Gebiete der Chirurgie, weil hier die beiden wichtigsten Bedingungen einer zuverlässigen statistischen Ermittlung in ausreichendem Maasse gegeben sind: es lässt sich nämlich nicht nur mit sehr grossen Zahlenreihen rechnen, sondern die einzelnen Zahlen gründen sich auch in der Regel auf hinreichend sichere Diagnosen. Ja es sind sogar einzelne Zahlenreihen, über welche wir hier verfügen, bereits so gross, dass sie zur endgültigen Feststellung mancher Frequenzverhältnisse vollkommen ausreichen. Denn beispielsweise genügt sicherlich ein einheitliches Material von über 40,000 Einzelfällen, um die Vertheilung der Fracturen über die einzelnen Theile des Skelettes zu ermitteln.

Wir beschränken uns zunächst darauf, die Thatsachen festzustellen, welche sich hinsichtlich der Frequenz der Fracturen statistisch ermitteln lassen, ohne eine Erklärung derselben zu versuchen. Letztere findet in dem folgenden Theile dieses Abschnittes ihre Stelle, in welchem die Resultate der Statistik zur Erklärung der prädisponirenden Ursachen der Knochenbrüche herangezogen werden.

Cap. I.

Die Häufigkeit der Knochenbrüche überhaupt.

§. 2. Um die Häufigkeit des Vorkommens von Fracturen überhaupt festzustellen, ist ihre numerische Frequenz mit der anderer Arten von zufälligen Verletzungen zu vergleichen. Hiezu dient die folgende statistische Zusammenstellung, welche ich aus den Jahresberichten über die im London Hospital zu London sowohl stationär als ambulant behandelten Verletzungen gewonnen habe. Aus einem Zeitraume von 33 Jahren (1842—1874) ist die Anzahl der häufigsten Verletzungen summirt und daraus folgende Frequenz derselben berechnet:

Contusionen	112,497 =	36,6 %
Wunden	87,659 =	28,5 „
Fracturen	45,781 =	14,9 „
Distorsionen	38,492 =	12,5 „
Verbrennungen und Verbrühungen	18,345 =	5,9 „
Luxationen	4,578 =	1,5 „
Gesammtzahl	307,352.	

Hieraus ergibt sich, dass die Fracturen etwas mehr als den 7. Theil aller in Behandlung kommenden zufälligen Verletzungen ausmachen. Speciell im Vergleiche zu den Luxationen sind die Fracturen 10mal häufiger.

§. 3. Ueber die Häufigkeit von Fracturen innerhalb einer geschlossenen Bevölkerung hat Gurlt eine Berechnung angestellt, welcher die Verhältnisse von Berlin im Jahre 1856 zu Grunde liegen. Nach derselben kommt auf ungefähr 1139 Einwohner eine Fractur (0,87 ‰).

Ueber die Häufigkeit von Fracturen innerhalb einer einzelnen Bevölkerungsklasse liegen nur für das Militär genaue statistische Erhebungen vor. Nach dem amtlichen Sanitätsberichte über die preussische Armee und das württembergische Armeecorps für die Jahre 1874—78 betrug die Gesammtzahl der beobachteten Fracturen 3435 Fälle bei einer durchschnittlichen jährlichen Iststärke von 327,271 Mann. Es zogen sich demnach von 1000 Mann der Iststärke im Durchschnitt jährlich 2,6 Knochenbrüche zu.

Cap. II.

Relative Häufigkeit der Brüche der einzelnen Skelettheile.

§. 4. Die Statistik gibt ferner Aufschluss über die relative Frequenz der Brüche der einzelnen Skelettheile. Umfassendere statistische Untersuchungen liegen aus den Hospitälern zahlreicher grosser und kleinerer Städte der alten und neuen Welt vor, namentlich aus Paris (Malgaigne), London (Lonsdale, Gurlt), New-York (Lente), Philadelphia (Wallace, Norris), St. Petersburg

(Moritz), Berlin (Gurlt), Prag (Matiejowsky), Hamburg (Leisrink), Breslau (Middeldorpf, Drozynski), Halle (Blasius), Bonn (O. Weber), Erlangen (Heyfelder), Dorpat (v. Mebes) u. s. f. Die Ergebnisse der Mehrzahl dieser Untersuchungen haben jedoch, wie Gurlt zuerst nachgewiesen hat, gar keine allgemeine Gültigkeit, da in denselben nach dem Vorgange von Malgaigne nur die in stationäre Hospitalbehandlung getretenen Fracturen in Rechnung gezogen sind, ohne die ambulatorisch behandelten zu berücksichtigen. Denn da die grösste Mehrzahl der Fracturen an den oberen Extremitäten ambulant behandelt zu werden pflegt, so überwiegen bei jenen Berechnungen fälschlicher Weise die Fracturen der unteren Extremitäten, welche grösstentheils in stationäre Behandlung genommen werden müssen.

Die wirkliche Art der Vertheilung der Fracturen über die einzelnen Skelettheile, wie sie unter einer ganzen Bevölkerung sich ereignen, lässt sich nur aus solchen Zusammenstellungen entnehmen, welche die stationär und ambulant behandelten Fälle gleichmässig umfassen. Je grösser die Zahlen derselben sind, um so grösseres Vertrauen verdient natürlich ihre Richtigkeit und Genauigkeit, und daher gebe ich in der nachstehenden Tabelle eine neue Berechnung, welche mit noch grösseren Zahlen rechnet, als alle früheren Statistiken zusammen und überdiess aus einem einheitlichen Materiale geschöpft ist, so dass sie wohl zu einer endgültigen Feststellung der relativen Frequenz der Fracturen geeignet ist. Dieselbe ist (nach dem Vorgange von Gurlt im Jahre 1862) aus den jährlichen Berichten über die im London Hospital zu London behandelten Verletzungen entnommen, welche ich durch die gütige Vermittlung des Herrn Jonathan Hutchinson, Chirurgen im genannten Spitale, erhalten habe. Die Zahlen entsprechen einem Zeitraume von 30 auf einander folgenden Jahren (1842—74), mit Ausnahme der Jahre 1865, 1868 und 1871, über welche die mir zugegangenen Berichte keine Angaben enthalten. Die in den einzelnen Jahresberichten durchgeführte Trennung der stationär und ambulant behandelten Fälle ist beibehalten, um die Zahlenunterschiede gegenüber den blos die Hospitalkranken betreffenden Statistiken hervortreten zu lassen [1].

---

[1] Seit der Zusammenstellung der Tabelle ist kürzlich von Gurlt eine Fracturenstatistik aus demselben Hospitale veröffentlicht worden, welche die frühere desselben Autors (aus dem Jahre 1862) bis zum Jahre 1877 ergänzt und nun insgesammt 51,938 Fracturen umfasst. Die Procentzahlen der einzelnen Knochenbrüche sind fast genau dieselben geblieben, wie in unserer Tabelle; bemerkenswerth ist nur, dass die Unterschenkelbrüche um 0,49 % zugenommen und daher um 0,11 % den Rippenbrüchen den Rang abgelaufen haben.

Tabelle I.

Uebersicht der relativen Frequenz der Fracturen.

Fracturen.	Im Hospital behandelt.	Ambulant behandelt.	Gesammtzahl.	Procentzahl.
Schädelknochen . . .	554	21	575	1,42
Gesichtsknochen . . .	576	370	946	2,44
Kopf	1130	391	1521	3,86
Wirbelsäule	134	1	135	0,33
Becken	119	9	128	0,31
Rippen	4055	2421	6476	16,07
Brustbein	34	6	40	0,09
Schulterblatt	112	236	348	0,86
Rumpf	4454	2673	7127	17,66
Schlüsselbein	322	5800	6122	15,19
Oberarm	825	2192	3016	7,48
Vorderarm	581	7026	7607	18,88
Hand	685	3768	4453	11,05
Obere Extremität .	2413	18785	21198	52,60
Oberschenkel	2438	138	2576	6,39
Kniescheibe	511	13	524	1,30
Unterschenkel	6066	190	6256	15,53
Fuss	734	341	1075	2,66
Untere Extremität .	9749	682	10431	25,88
Summa	17746	22531	40277	100,00

Die vorstehende Tabelle ergibt, dass (entgegen jener früheren Annahme) die Fracturen der oberen Extremitäten eine doppelt so grosse Frequenz zeigen, als die der unteren Extremitäten. Gerade hier zeigt die Tabelle zugleich aufs deutlichste den grossen Unterschied einer Fracturstatistik, welche blos die Hospitalkranken umfasst, von einer solchen, welche sowohl die stationär als ambulant Behandelten in sich schliesst; denn beispielsweise ist die Anzahl der in die Tabelle aufgenommenen Hospitalkranken mit Fracturen an der oberen Extremität um das 8fache kleiner, als die der ambulant Behandelten, während die Zahl der Hospitalkranken mit Fracturen an der unteren Extremität um das 14fache grösser ist, als die der ambulant Behandelten.

Es ergibt sich ferner, dass die Brüche der Extremitätenknochen überhaupt (inclusive Schlüsselbein) mehr als $^3/_4$ aller Knochenbrüche ausmachen, während die der Rumpfknochen $^1/_6$ und die der Kopfknochen nur $^1/_{25}$ aller Fracturen betragen.

Vergleicht man diese relativen Zahlen mit denen anderer Statistiken, so stimmen dieselben nur selten annähernd überein, sondern weichen meist recht wesentlich von einander ab. Letzteres ist zum Theil in dem verschiedenen Umfange des statistischen Materiales, zum Theil aber in der verschiedenen Qualität desselben begründet, je nachdem das betreffende Hospital z. B. vorzugsweise oder ausschliesslich

von Männern oder Frauen, von Kindern oder Erwachsenen, von Civil- oder Militärpersonen, von dieser oder jener Bevölkerungs- und Berufsklasse aufgesucht wird. Denn diese verschiedenen Kategorieen von Individuen setzen sich den einzelnen Arten von Verletzungen theils sehr häufig, theils sehr selten aus. Beispielsweise ist die relative Frequenz der Knochenbrüche bei dem aktiven Militär eine eigenartige im Vergleiche zur Civilbevölkerung; denn wie sich aus dem amtlichen Sanitätsberichte über die preussische Armee und das württembergische Armeecorps für die Jahre 1874—78 ergibt, vertheilen sich die insgesammt beobachteten 3435 Fälle von Knochenbrüchen in der Art, dass die Brüche am Kopfe 6,46 Procent, am Rumpfe 3,70, an den oberen Extremitäten 52,75 und die an den unteren Extremitäten 36,8 Procent betragen. Offenbar wird hier die auffallend geringe Anzahl von Fracturen am Rumpfe dadurch bedingt, dass die Soldaten den Verletzungen durch Ueberfahrung, Verschüttung, Auffallen schwerer Lasten u. s. f. seltener als die civile Arbeiterbevölkerung ausgesetzt sind. Endlich lässt sich die verschiedenartige Qualität des statistischen Materiales auch durch die häufig beobachtete Thatsache beweisen, dass jene relativen Frequenzzahlen in einem und demselben Hospitale sich innerhalb verschieden langer Zeiträume ziemlich gleich bleiben, während sie doch in verschiedenen Hospitälern von einander wesentlich abweichen.

§. 5. Im Einzelnen ist die Häufigkeitsskala der Brüche der verschiedenen Knochen folgende. Die erste Stelle nehmen die Brüche der Vorderarmknochen (18 %) ein, in zweiter Linie stehen sich die Brüche des Unterschenkels, der Rippen und des Schlüsselbeins fast ganz gleich (15—16 %). Sodann folgen die Brüche der Handknochen (11 %), des Oberarmes (7 %), des Oberschenkels (6 %). In vierter Reihe kommen die Brüche der Fussknochen (2,6 %), der Gesichtsknochen (2,4 %), der Schädelknochen (1,4 %) sowie der Kniescheibe (1,3 %). Zuletzt folgen die Brüche des Schulterblattes, der Wirbelsäule und des Beckens, welche sich nicht bis zu 1 % erheben. Die am seltensten beobachtete Fractur ist die des Brustbeines, deren Frequenz kaum 1/10 % erreicht.

§. 6. Ueber manches wissenswerthe Detail bezüglich der relativen Frequenz der Brüche gewisser Knochen und Knochentheile gibt die obige Tabelle keinen Aufschluss, da die Jahresberichte jenes Hospitales leider nur die summarischen Angaben enthalten. Namentlich fehlen die Angaben über die specielle Frequenz der Brüche des Ober- und Unterkiefers, der beiden Knochen des Vorderarmes und Unterschenkels sowie der verschiedenen Abschnitte der langen Röhrenknochen, nämlich ihres oberen und unteren Endes und Mittelstückes. Zur Ergänzung dieser Lücke dient daher die folgende Tabelle II, welche eine Gesammtzahl von 8560 Fracturen umfasst. Das Material derselben habe ich aus 6 verschiedenen Statistiken gewonnen, welche sämmtlich sowohl die stationär als ambulant behandelten Fracturfälle in Rechnung genommen haben. Es sind diess die Statistiken von Lonsdale (1901 Fracturen aus dem Middlesex-Hospital in London 1831—37), Blasius (778 Fracturen aus der chirurgischen Klinik und Poliklinik in Halle 1831—56), Gurlt (1631 Fracturen aus den Hospitälern und chirur-

gischen Polikliniken in Berlin 1851—56), C. O. Weber (733 Fracturen aus der chirurgischen Klinik und Poliklinik zu Bonn 1819—57), Krönlein (563 Fracturen aus der v. Langenbeck'schen Klinik und Poliklinik zu Berlin 1875—76) und Fischer-Drozynski (2958 Fracturen aus der chirurgischen Klinik und Poliklinik zu Breslau 1830—80).

Tabelle II.

Uebersicht der relativen Frequenz der Fracturen der einzelnen Knochen und Knochentheile.

Fracturen.	Gesammtzahl.		Procentzahl.	
Schädel		292		3,4
Nase		95		1,1
Oberkiefer und Jochbein		55		0,6
Unterkiefer		102		1,1
Kopf		544		6,3
Wirbelsäule		39		0,4
Becken		70		0,8
Rippen		819		9,5
Brustbein		17		0,1
Schulterblatt		100		1,1
Rumpf		1045		12,0
Schlüsselbein		960		11,2
Oberarm		866		10,1
Oberes Ende	192		2,1	
Schaft	460		5,3	
Unteres Ende	214		2,5	
Vorderarm		1898		22,1
Radius und Ulna	752		8,7	
Radius	828		9,6	
Ulna	215		2,5	
Olekranon	103		1,2	
Mittelhand		168		1,9
Finger		419		4,8
Obere Extremität		4311		50,3
Oberschenkel		1086		12,6
Schenkelhals	232		2,7	
Schaft und unteres Ende	854		9,9	
Kniescheibe		123		1,4
Unterschenkel		1333		15,5
Tibia und Fibula	879		10,2	
Tibia	160		1,8	
Fibula	176		2,0	
Malleolen [1]	118		2,0	
Mittelfuss		73		0,8
Zehen		45		0,5
Untere Extremität		2660		31,0
Summe		8560		

[1]) Die Gesammtzahl der Malleolenbrüche ist hier zu klein angegeben, da sie in 2 Statistiken nicht gesondert notirt sind; ihre Procentzahl ist daher aus den 4 übrigen Statistiken berechnet.

Die Tabelle weist ziemlich dieselbe Vertheilung der Frequenz auf die vier Körperabschnitte auf, wie Tabelle I, nur ist die Anzahl der Brüche am Rumpfe etwas geringer, an der unteren Extremität etwas grösser. Weiter ergibt sich, dass von den Gesichtsknochen die der Nase und der Unterkiefer gleich häufig brechen, während der Oberkiefer nur halb so oft gebrochen wird. Am Oberarme bricht am häufigsten der Schaft, seltener das obere und untere Ende. Von den Brüchen der Vorderarmknochen sind die des Radius allein die häufigsten; dann folgen die des Radius und der Ulna zugleich, während die isolirten Brüche der Ulna nur den 7. Theil der Vorderarmbrüche ausmachen. Von den Fracturen des Oberschenkels betragen die des Schenkelhalses etwas mehr als den 4. Theil. Am Unterschenkel wird weitaus am häufigsten der gleichzeitige Bruch der Diaphyse beider Knochen beobachtet. Dann folgen die Brüche eines oder beider Knöchel, während der isolirte Bruch des Schaftes der Tibia am seltensten erfolgt.

Cap. III.

Die Häufigkeit der Knochenbrüche nach dem Lebensalter.

§. 7. Die Häufigkeit der Knochenbrüche erweist sich ferner verschieden nach dem Lebensalter der Verletzten. Schon aus einer kleinen Reihe von Beobachtungen lässt sich erkennen, dass sich dieselben auf die einzelnen Altersklassen in sehr verschiedenen Verhältnissen vertheilen, und dass auch die Brüche der einzelnen Knochen und Knochentheile in den verschiedenen Altersperioden eine sehr ungleiche Häufigkeit aufweisen. Eine Uebersicht über diesen Einfluss des Lebensalters auf die Anzahl und den Sitz der Knochenbrüche gibt die folgende Tabelle III, welche eine Gesammtzahl von 3986 Fracturen umfasst, die auf die einzelnen Decennien vertheilt sind. Das Material habe ich aus den Statistiken von Middeldorpf, Gurlt, Weber und Drozynski zusammengestellt.

Tabelle III.

Uebersicht der Frequenz der Fracturen nach dem Lebensalter.

	0—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90
Schädel	8	27	45	26	14	11	5	1	0
Nase u. Oberkiefer	1	10	23	18	9	8	6	2	0
Unterkiefer . .	2	2	21	12	5	2	1	0	0
Kopf . . .	11	39	89	56	28	21	12	3	0
Wirbelsäule . .	1	4	7	5	4	0	0	1	0
Becken	0	10	9	5	5	7	2	0	0
Rippen	4	4	60	52	81	85	33	9	1
Brustbein . . .	0	0	5	0	1	1	0	2	0
Schulterblatt . .	2	3	14	9	12	8	7	0	0
Rumpf . . .	7	21	95	71	103	101	42	12	1
Schlüsselbein . .	98	67	50	43	38	20	8	1	0
Oberarm . . .	109	83	61	50	44	51	38	24	0
Oberes Ende .	7	21	12	9	16	27	14	14	0
Schaft	45	29	39	33	27	22	23	10	0
Unteres Ende .	57	33	10	8	1	2	1	0	0
Vorderarm . .	152	142	124	94	96	106	45	20	0
Radius u. Ulna	85	61	59	35	30	31	12	5	0
Radius . . .	50	49	46	38	52	57	25	8	1
Ulna	15	19	8	13	8	14	5	4	0
Olekranon . .	2	13	11	8	6	4	3	3	0
Mittelhand . . .	1	9	23	22	10	5	0	0	0
Finger	10	52	53	48	25	6	1	0	2
Ob. Extrem.	370	353	311	257	213	188	92	45	3
Oberschenkel . .	140	85	65	49	60	73	59	59	23
Schenkelhals .	1	10	9	10	25	38	33	46	17
Schaft u. unt. End.	139	75	56	39	35	35	26	13	6
Kniescheibe . .	0	1	10	14	6	7	3	3	0
Unterschenkel .	35	106	149	184	111	83	34	17	2
Tibia u. Fibula	21	78	96	113	69	50	22	14	2
Tibia	11	17	9	7	10	6	4	0	0
Fibula	2	7	23	31	14	10	3	1	0
Malleolen . . .	1	4	21	33	18	17	5	2	0
Fussw. u. Mittelf.	0	5	9	13	8	4	0	0	0
Zehen	0	4	9	6	3	3	0	0	0
Unt. Extrem.	175	201	242	266	188	170	96	79	25
Gesammtzahl	553	614	737	650	532	490	242	139	29

Wir entnehmen aus obiger Tabelle zunächst, in welchen Verhältnissen sich die zur Beobachtung kommenden Fracturen überhaupt auf die einzelnen Decennien vertheilen. Das grösste Contingent stellt das Alter von 21—30 Jahren; demselben steht das 4. und 2. Jahrzehnt am nächsten. Dann folgt in absteigender Reihenfolge das 1. und 5. Decennium, welche sich ziemlich nahe stehen, hierauf in regelmässiger

Folge das 6., 7., 8. und 9. Decennium. Es lässt sich somit eine ziemlich regelmässige Frequenzkurve zeichnen: Dieselbe steigt vom 1.—3. Decennium mässig an und fällt dann allmälig bis zum 9. Decennium ab, so dass sie sich im 5. Jahrzehnt wieder ziemlich im Niveau des 1. befindet und im 9. Decennium um das 19fache niederer endet als sie im 1. begonnen hatte.

Etwas anders gestaltet sich die Vertheilung auf die einzelnen Altersklassen, wenn die Fracturen an den 4 Körperabschnitten gesondert berücksichtigt werden. Bei den Knochenbrüchen am Kopfe trifft zwar auch das Maximum auf das 3. Decennium und fällt von da an die Frequenz allmälig ab, jedoch ist letztere im 1. Decennium eine weit geringere und fällt mit der im 7. Decennium zusammen. Bei den Brüchen am Rumpfe trifft das Maximum auf das 5., 6. und 3. Jahrzehnt, während die Frequenz im 1. Decennium eine sehr geringe ist und sogar erheblich hinter der des 8. zurücksteht. Dagegen stellt von den Brüchen der oberen Extremitäten das 1. Jahrzehnt die grösste Zahl, welche dann bis zum 9. ziemlich regelmässig abnimmt. Endlich fällt bei den Brüchen der unteren Extremität am meisten auf, dass die Frequenz im 8. und 9. Decennium eine derart hohe ist, dass sie $^4/_7$, beziehungsweise $^5/_6$ der Gesammtfrequenz beider Jahrzehnte ausmacht. Das Maximum trifft hier auf das 4. Decennium.

Eine gute Uebersicht über diese Frequenzverhältnisse gewährt die folgende Tabelle IV, welche in Procentzahlen angibt, wie sich die zur Beobachtung kommenden Brüche am Kopfe, Rumpfe, an den oberen und unteren Extremitäten auf die einzelnen Jahrzehnte vertheilen. Der Berechnung sind die in Tabelle III enthaltenen Zahlen zu Grunde gelegt.

Tabelle IV.

Uebersicht der Frequenz der Fracturen nach dem Lebensalter in Procentzahlen.

	0—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90
Kopf	0.27	0,97	2,2	1.4	0,70	0,52	0,30	0,07	—
Rumpf	0,17	0,57	2.3	1,7	2,5	2.5	1,0	0,30	0,02
Ob. Extremität .	9.2	8,8	7.8	6.4	5,3	4,7	2,3	1,1	0,07
Unt. Extremität .	4,3	5,0	6,0	6.6	4,7	4.2	2,4	1,9	0,06
Summe. .	13,9	15,4	18,4	16,3	13,3	12,0	6,0	3,4	0,7

§. 8. Die Zahlen der vorstehenden Tabelle geben nun aber blos die scheinbare Frequenz der Fracturen nach dem Lebensalter an, da bei einer derartigen Zusammenstellung der zur Beobachtung kommenden Fälle keine Rücksicht auf die Zahl der gleichzeitig lebenden Bevölkerung der verschiedenen Altersklassen genommen ist, welche sich ja von Jahr zu Jahr stets vermindert. Denn beispielsweise ist die Gesammtzahl der Kinder unter 10 Jahren um das 7fache grösser als die

der Greise über 70 Jahren. Um also die absolute Häufigkeit festzustellen, müssen jene obigen Zahlen in Verhältniss zur Gesammtbevölkerung der einzelnen Decennien gesetzt werden. Denn nur die absolute Frequenz gibt Aufschluss darüber, welchen Einfluss das Lebensalter auf die grössere oder geringere Disposition zu Knochenbrüchen hat — eine Frage, bei deren Erörterung im nächsten Abschnitte die Ergebnisse der Statistik zu Grunde zu legen sind.

Die absolute Frequenz nach dem Lebensalter ist in der folgenden Tabelle V berechnet, welcher die Zahlen der Tabelle III zu Grunde gelegt sind. Zur leichteren Uebersicht sind die Procentzahlen berechnet.

Zum Verständniss der Tabelle ist zu bemerken, dass die Zahlenwerthe in der Art erhalten wurden, dass die Zahl der in den einzelnen Decennien beobachteten Knochenbrüche durch die entsprechende Bevölkerungszahl getheilt wurde. Die Bevölkerungszahl der einzelnen Decennien habe ich nach den Resultaten der Volkszählung im deutschen Reiche vom 1. Dezember 1875 berechnet. Es gehören nämlich (bei einer Gesammtbevölkerung von 42,675,152 Personen) unter 10,000 Menschen zu den Altersklassen von

0—10	Jahren	2443
10—20	„	1977
20—30	„	1595
30—40	„	1106
40—50	„	1031
50—60	„	843
60—70	„	515
70 u. mehr	„	253

Tabelle V.

Uebersicht der Frequenz der Fracturen nach dem Lebensalter im Verhältniss zur Bevölkerungszahl (in Procentzahlen).

	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—90
Kopf	0,1	0,5	1,4	1,3	0,7	0,6	0,6	0,3
Rumpf	0,07	0,2	1,5	1,6	2,6	3,1	2,1	1,3
Ob. Extremität .	3,9	4,6	5,1	6,1	5,4	5,8	4,6	4.9
Unt. Extremität .	1,8	2,8	3,9	6,3	4,7	5,2	4,8	10,5
Summe . .	5,9	8,1	12,1	15,4	13,5	14,9	12,3	17,5

Der Einfluss des Lebensalters gestaltet sich nun wesentlich anders, wie sich bei einer Vergleichung der Tabelle IV und V auf den ersten Blick erkennen lässt. Das Maximum fällt zwischen das 30. und 40. Lebensjahr, dann folgt in geringem Abstande das 6., hierauf das 5. Jahrzehnt. Weiter reiht sich in absteigender Reihenfolge das 7. und 3. Decennium an, welche sich in der Frequenz beinahe ganz gleich stehen, hierauf das 8.—9., deren Ziffern nicht gesondert berechnet werden konnten, dann das 2. und schliesslich das 1. Jahrzehnt. Das Minimum fällt also in die ersten Lebensjahre bis zum 10., während früher dieser Periode allgemein von den Statistikern beinahe die grösste Disposition zugeschrieben worden ist. Innerhalb des 1. Jahrzehntes ist die Frequenz im Alter von 3—6 Jahren bei Weitem die grösste.

Die Frequenzkurve gestaltet sich nun im Allgemeinen so, dass sie vom 1.—4. Decennium steil ansteigt und sich hiebei von ihrem niedersten bis zum höchsten Punkte erhebt; vom 5. Decennium an erfolgt der Abfall, unterbrochen von einer kleineren Erhebung im 6. Jahrzehnt. Die Frequenz des 8. und 9. Jahrzehntes ist eine höhere als die des 1.—2.: Die Häufigkeit von Knochenbrüchen ist also bei alten Leuten grösser als bei Kindern.

Bei dieser Berechnung vertheilt sich die Gesammtfrequenz in folgender Weise auf die einzelnen Körperabschnitte. Die Fracturen am Kopfe sind im Alter bis zu 10 Jahren weitaus am seltensten, erreichen ihre grösste Frequenz im 3. und 4. Jahrzehnt und nehmen dann allmälig an Häufigkeit ab. Die Fracturen am Rumpfe sind in dem Alter bis zu 20 Jahren ausserordentlich selten, dagegen am häufigsten im Alter von 40—60 Jahren und noch im Alter von 70—90 Jahren 5mal häufiger als in den beiden ersten Decennien. Die Fracturen der oberen Extremität sind zwar die für das Alter bis zu 20 Jahren überhaupt häufigsten Brüche, jedoch erreichen sie ihre grösste Frequenz erst im 4. Jahrzehnt und nehmen im höheren Alter allmälig etwas an Häufigkeit ab, ohne bis zum Niveau des ersten Jahrzehntes zu fallen. Die Fracturen der unteren Extremität endlich erreichen gleichfalls im 4. Decennium ihr Maximum, das jedoch, nach einer geringen Abnahme im 5.—7. Jahrzehnt, im Alter von 70—90 Jahren wieder beinahe ganz erreicht wird. Greise über 70 Jahren erleiden 6mal häufiger einen Knochenbruch der unteren Extremität als Kinder unter 10 Jahren.

Schliesslich erhebt sich noch die Frage, welchen Einfluss das Lebensalter auf die Häufigkeit der Brüche einzelner Knochen und Knochentheile aufweist. Ein Blick auf Tabelle III lässt erkennen, dass gewisse Altersklassen zu Brüchen bestimmter Knochen und Knochentheile disponiren, während sie gegenüber den Brüchen anderer Skelettheile eine gewisse Immunität besitzen.

Im Kindesalter ereignen sich am häufigsten die Brüche der Vorderarmknochen, und zwar sowohl beider zusammen als auch des Radius allein, ferner die des Oberarmes, namentlich seines unteren Gelenkendes, sowie des Schlüsselbeines. Von den Brüchen an der unteren Extremität zeigen die der Diaphyse des Oberschenkels weitaus die grösste Frequenz. Dagegen bleibt das Kindesalter beinahe ganz verschont von Brüchen der Rumpfknochen, namentlich der Rippen, der Wirbelsäule und des Beckens, ferner von Brüchen des Olekranon, der Patella, des Schenkelhalses und der Malleolen.

Im Mannesalter stellen von den Brüchen am Kopfe die Schädelbrüche und von denen am Rumpfe die Rippenbrüche das stärkste Contingent, letztere vorzugsweise gegen das Ende dieser Lebensperiode. Die Brüche an der oberen Extremität sind nur wenig häufiger als die an der unteren; am häufigsten sind die Fracturen des Schlüsselbeines, des Schaftes des Humerus, des Radius, beider Vorderarmknochen und der Finger-Phalangen. An der unteren Extremität überwiegen die Brüche der Diaphysen beider Unterschenkelknochen; ausserdem zeigen nur die Brüche des Schaftes und der Condylen des Femur, sowie die der Malleolen eine erhebliche Frequenz. Auch die Fracturen der Patella sind im mittleren Lebensalter am häufigsten.

Im Greisenalter endlich weisen die Brüche an der unteren Ex-

tremität die grösste Frequenz auf, und unter diesen speciell die des Schenkelhalses, welche im Alter über 80 Jahren die absolute Majorität zeigen. Ausserdem gehören zu den häufigeren Brüchen die der Rippen, des oberen Endes des Humerus, des Radius sowie des Schaftes des Femur und beider Unterschenkelknochen.

Cap. IV.

Die Häufigkeit der Knochenbrüche nach dem Geschlecht.

§. 9. Die Statistik hat ferner den Einfluss des Geschlechtes auf die Frequenz der Brüche zu ermitteln.

Dass die Zahl der beim männlichen Geschlechte vorkommenden Fracturen eine sehr viel beträchtlichere ist als bei Weibern, ist eine von Alters her bekannte Thatsache. Ueber das genauere Zahlenverhältniss weichen jedoch die Ergebnisse der vorliegenden Statistiken zum Theil erheblich von einander ab. So ist für die Gesammtzahl der Fracturen das Verhältniss des männlichen zum weiblichen Geschlechte

bei	Malgaigne	wie	2,5 : 1
„	Mebes	„	3,4 : 1
„	Lente	„	8 : 1
„	Middeldorpf	„	3,6 : 1
„	Matiejowski	„	2,2 : 1
„	Gurlt	„	3,5 : 1
„	Weber	„	3,5 : 1
„	Moritz	„	3 : 1
„	Drozynski	„	4 : 1

Die Durchschnittsziffer aller dieser Statistiken zusammen entspricht einem Zahlenverhältniss wie 3,7 : 1. Fast genau dasselbe Resultat ergibt sich aus unserer nachstehenden Zusammenstellung, welche ein Verhältniss von 3,8 : 1 liefert. Letztere umfasst eine Gesammtzahl von 3742 Fracturen, welche aus den Statistiken von Gurlt, Weber und Drozynski summirt sind. Hievon ereigneten sich

im Alter von	bei Männern	bei Weibern	
0—10 Jahren	375	175 =	2,1 : 1
10—20 „	487	86 =	5,6 : 1
20—30 „	601	88 =	6,8 : 1
30—40 „	561	46 =	12 : 1
40—50 „	435	66 =	6 : 1
50—60 „	322	117 =	2,7 : 1
60—70 „	140	88 =	1,5 : 1
70—80 „	43	86 =	1 : 2
80—90 „	6	20 =	1 : 3,3

Gesammtzahl der Fracturen bei Männern 2970, bei Weibern 772 = 3,8 : 1

§. 10. Es ergibt sich ferner aus der vorstehenden Uebersicht, dass die Proportion für die beiden Geschlechter je nach den verschiedenen Lebensaltern eine auffallend ungleiche ist. Die grösste Differenz zu Gunsten des weiblichen Geschlechtes besteht im mittleren

Lebensalter von 20—50 Jahren, in welchem die Brüche beim männlichen Geschlechte um mehr als das 8fache häufiger sind. Im Kindesalter bis zu 10 Jahren sowie im höheren Alter von 50—70 Jahren überwiegen die Brüche beim männlichen Geschlechte nur um das Doppelte. Im Greisenalter endlich kehrt sich das Verhältniss um, indem im Alter von 70—80 Jahren die Brüche bei Weibern um das Doppelte, im Alter von 80—90 Jahren sogar um mehr als das 3fache häufiger sind.

§. 11. Nun müssen aber auch hier wieder, um den Einfluss des Geschlechtes richtig zu erkennen, die Zahlen im Verhältniss zu der gleichzeitig lebenden männlichen und weiblichen Bevölkerung betrachtet werden, da diese in den einzelnen Altersklassen gleichfalls verschiedene numerische Proportionen aufweisen. Die folgende Uebersicht gibt hierüber Aufschluss.

Die Zahlen wurden so berechnet, dass die Zahl der (in der vorhergehenden Uebersicht enthaltenen) Knochenbrüche beim männlichen und weiblichen Geschlechte durch die entsprechende Bevölkerungszahl beider Geschlechter getheilt wurde. Letztere habe ich wiederum nach den Resulten der Volkszählung im deutschen Reiche vom 1. Dez. 1875 berechnet. Hiernach befinden sich nämlich (bei einer Gesammtbevölkerung von 42,675,152 Personen) unter 10,000 Menschen

im Alter von	0—10	Jahren	1223	Männer	und	1220	Weiber	(= 1,002 : 1)
„	10—20	„	986	„	„	991	„	(= 1 : 1,005)
„	20—30	„	776	„	„	818	„	(= 1 : 1,05)
„	30—40	„	655	„	„	686	„	(= 1 : 1,04)
„	40—50	„	502	„	„	529	„	(= 1 : 1,05)
„	50—60	„	406	„	„	439	„	(= 1 : 1,08)
„	60—70	„	244	„	„	272	„	(= 1 : 1,11)
„	70—†	„	118	„	„	135	„	(= 1 : 1,14)
	Gesammtzahl		4910	„	„	5090	„	(= 1 : 1,03).

Nach dieser Berechnung gestaltet sich die Frequenz der Fracturen nach dem Geschlechte im Verhältniss zur Bevölkerungszahl der verschiedenen Altersklassen folgendermassen:

Lebensalter	Zahl der Fracturen bei Männern	bei Weibern	Proportion
0—10	306	143	2,1 : 1
10—20	493	86	5,7 : 1
20—30	774	107	7,2 : 1
30—40	856	67	12,7 : 1
40—50	866	125	6,9 : 1
50—60	795	267	2,9 : 1
60—70	576	324	1,7 : 1
70—†	415	789	1 : 1,9
		Gesammtverhältniss	4,5 : 1

Es stellt sich nun heraus, dass die Brüche beim männlichen Geschlechte in Wirklichkeit sogar um das 4½fache überwiegen, da die weibliche Bevölkerung (mit Ausnahme des 1. Jahrzehntes) etwas zahlreicher ist. Jedoch tritt auch hier wieder mit dem 70. Jahre der Wendepunkt zu Ungunsten der Weiber ein, wenn auch die Differenz eine geringere (nicht ganz das 2fache) ist, da die Ueberzahl der weiblichen Bevölkerung gerade im Alter über 70 Jahren die grösste ist (14%).

Endlich ist noch zu berücksichtigen, dass sich jene relative Durchschnittsziffer auch bei den Fracturen der einzelnen Knochen und

Knochentheile in sehr mannigfaltiger Weise verschiebt. Besonders auffällig tritt dieser Unterschied bei folgenden Beispielen hervor, die wir den oben angeführten Statistiken entnehmen. Die Fracturen am Kopfe überwiegen im Ganzen beim männlichen Geschlechte um das 12fache (und zwar die des Schädels um das 10½fache, die des Ober- und Unterkiefers um das 13fache), ebenso von den Brüchen am Rumpfe die der Rippen sowie des Schulterblattes um das 12fache. Von den Fracturen an den Extremitätenknochen ist besonders die Geschlechtsfrequenz der Oberschenkelbrüche von Interesse. Bei den Diaphysenfracturen überwiegt das männliche Geschlecht im Ganzen um das 2½fache, innerhalb der ersten 6 Decennien jedoch um mehr als das 3fache, während dagegen in den 3 letzten Jahrzehnten das weibliche Geschlecht fast die doppelte Zahl aufweist. Bei den Schenkelhalsbrüchen ist die Differenz der Geschlechter in der früheren und späteren Lebensperiode noch grösser: Diese Brüche zeigen nämlich im Ganzen eine ziemlich gleiche Vertheilung, während sie in den 5 ersten Decennien bei den Männern 6mal, in den 4 letzten Decennien dagegen bei den Weibern 2½mal häufiger sind. Ausserdem kommen bei Männern die Brüche der Patella 13mal, die des Olekranon 8mal, die der Mittelhand und des Mittelfusses 18mal und die der Phalangen der Finger und Zehen 9mal häufiger vor, als bei Weibern.

Cap. V.

Die Häufigkeit der Knochenbrüche nach der Körperseite.

§. 12. Die Statistik hat ferner zu ermitteln, ob die Körperseite, wenigstens für die Brüche an den Gliedern eine constante Verschiedenheit in der Häufigkeit bedingt.

Früher galt es als feststehend, dass die Extremitätenbrüche an der rechten Seite häufiger seien als an der linken und Malgaigne suchte hiefür durch seine Statistik den Beweis zu liefern, die jedoch auf sehr unvollständigen Angaben beruht und höchstens einen Ueberschuss von einem Viertheil für die rechte Körperseite ergibt. Dagegen ist nun durch die Zählungen von Lente, Middeldorpf und Gurlt jene Annahme widerlegt und der Beweis geliefert, dass die Fracturen sich in gleicher Proportion auf beide Körperseiten vertheilen. Die Gesammtzahl der in diese 3 Statistiken aufgenommenen Fälle von Fracturen der Extremitäten beträgt 2191: von denselben kommen 1073 auf die rechte, 1118 auf die linke Körperseite.

Cap. VI.

Die Häufigkeit der Knochenbrüche nach der Jahreszeit.

§. 13. Ueber den Einfluss der Jahreszeit auf die Frequenz der Knochenbrüche liegen umfassendere statistische Untersuchungen vor aus Berlin (Gurlt), Bonn (C. O. Weber), Prag (Matiejowsky), St. Peters-

burg (Moritz), Paris (Malgaigne) und New-York (Lente). Eine Vergleichung derselben ergibt sofort, dass in den verschiedenen Städten die Vertheilung der Fracturen auf die einzelnen Monate nicht übereinstimmt. Es ist daher unmöglich, wie schon Gurlt nachgewiesen hat, ein allgemein gültiges Gesetz hinsichtlich der Frequenz der einzelnen Monate aufzustellen, wie es ja schon von vornherein wegen der Verschiedenheit der klimatischen und socialen Verhältnisse der einzelnen Oertlichkeiten zu erwarten ist. Was nun aber die Verhältnisse der einzelnen Oertlichkeiten betrifft, so stellen sich, wenn man die Zahl der Fracturen während desselben Monates verschiedener Jahre vergleicht, wieder recht erhebliche Verschiedenheiten heraus, so dass jedenfalls nur aus der Vergleichung einer längeren Reihe von Jahren sich eine durchschnittliche Norm auffinden lässt. Was hierüber an positiven Ergebnissen aus jenen Statistiken sich entnehmen lässt, ist kurz Folgendes.

Für die Städte Berlin, St. Petersburg und Paris ist die Frequenz der Fracturen in den Wintermonaten Dezember bis Februar die grösste, übertrifft jedoch die der Sommermonate nicht sehr erheblich. Der ungünstigste Monat ist der Januar (für St. Petersburg und Paris) und Februar (für Berlin), während der Monat April (für Berlin, Prag, St. Petersburg) entschieden die geringste Frequenz aufweist.

§. 14. Ferner ergibt sich aus mehreren Zählungen (von Malgaigne, Matiejowsky, C. O. Weber und Moritz) in übereinstimmender Weise, dass der Einfluss der Jahreszeit auf das Zustandekommen von Fracturen bei Weibern stärker hervortritt als bei Männern, sofern der Winter für erstere besonders gefährlich ist. Nur die Untersuchungen von Gurlt liefern hiefür keine Bestätigung, da nach diesen das Frequenzverhältniss beider Geschlechter in den Winter- und Sommermonaten dasselbe bleibt.

§. 15. Endlich stimmen die Ergebnisse mehrerer Statistiken (Malgaigne, Matiejowski, Weber) noch darin überein, dass die Jahreszeit einen Einfluss auf die Frequenz der Fracturen bei den verschiedenen Altersklassen besitzt. Der Sommer liefert nämlich im Kindesalter, der Winter im höheren Alter eine überwiegende Menge von Fracturen, während sich für das mittlere Lebensalter der Einfluss der Jahreszeit am wenigsten bemerkbar macht. Und zwar sind die Differenzen in der ersten Kindheit und gegen das Lebensende zu am grössten. Denn nach der Statistik von Weber beträgt bei Kindern bis zu 10 Jahren die Anzahl der Fracturen im Sommer 62%, bei Personen von 70—80 Jahren dagegen die Anzahl der Fracturen im Winter 71%. Nach der Berechnung von Malgaigne beziffert sich im Alter von 2—15 Jahren die Zahl der Fracturen im Sommer auf 58%, im Alter von 55—80 Jahren dagegen im Winter auf 60%.

Cap. VII.

Häufigkeit der Knochenbrüche nach den Standes- und Berufsverhältnissen.

Es ist zwar allgemein bekannt, dass die nicht arbeitende Klasse ungleich seltener Fracturen erleidet, als die arbeitende Bevölkerungsklasse und dass wieder die einzelnen Gewerbe eine sehr verschiedene Gefährlichkeit in dieser Hinsicht zeigen. Allein es ist bisher ganz unmöglich, auch nur annähernde Zahlenverhältnisse hiefür zu berechnen, da brauchbare statistische Untersuchungen über diese Frage vollkommen fehlen. Denn wenn auch in einzelnen Hospitalberichten die Standesverhältnisse berücksichtigt sind, so geben sie doch das richtige Verhältniss der Bevölkerung nicht wieder, da kein Hospital von allen Ständen gleichmässig aufgesucht wird und überdies manche Gewerbe- und Arbeiterverbände ihre eigenen Aerzte und Hospitäler besitzen. Ausserdem müssten noch, um den Einfluss der einzelnen Gewerbe in dieser Hinsicht festzustellen, die Zahlen nicht für sich, sondern im Verhältniss zu der Anzahl der in jedem Gewerbe beschäftigten Personen betrachtet werden.

Die einzige derartige Statistik eines einzelnen Standes ist in den amtlichen Sanitätsberichten über das Militär der verschiedenen Staaten enthalten (s. §. 3). Leider fehlt jedoch in denselben eine gesonderte Berechnung für die einzelnen Waffengattungen, um die Gefährlichkeit derselben in dieser Hinsicht vergleichen zu können. Uebereinstimmend ergeben die Berichte der deutschen und österreichischen Marine eine doppelt so grosse Frequenz der Fracturen an Bord als an Land (3—6‰ : 1—3‰).

Es bleibt zu wünschen, dass in Zukunft von den Gewerks- und Knappschaftsärzten statistische Ermittelungen über die Fracturen im Verhältniss zu der Anzahl der beschäftigten Personen angestellt und veröffentlicht werden.

B. Allgemeine Ursachen der Knochenbrüche.

Jeder Knochenbruch setzt die Einwirkung einer mechanischen Gewalt auf den betreffenden Knochen voraus, welche ausreicht, um die Festigkeit der Knochensubstanz zu überwinden. Diese Festigkeit des Knochengewebes ist nicht nur bei verschiedenen Individuen, sondern auch bei den verschiedenen Knochen desselben Individuums, ja sogar an den verschiedenen Stellen eines und desselben Knochens ausserordentlich wechselnd.

Alle diejenigen Umstände, welche entweder die Festigkeit der Knochen vermindern oder die Einwirkung brechender Gewalten auf das Individuum, beziehungsweise auf einen einzelnen Knochen begünstigen, bilden die prädisponirenden Ursachen der Fracturen. Ihnen gegenüber stehen die mechanischen Veranlassungen oder Gelegenheitsursachen, deren Einwirkung die Fractur unmittelbar herbeiführt.

Die allgemeine Aetiologie der Fracturen zerfällt demnach in 2 Abschnitte: Die prädisponirenden und die Gelegenheitsursachen, welche wir gesondert zu besprechen haben.

a) Prädisponirende Ursachen.

Zu den mannigfaltigen Ursachen, welche das Zustandekommen von Fracturen begünstigen, gehören zunächst solche, welche in den physiologischen Verhältnissen der Knochen selbst begründet sind, nämlich in ihrer verschiedenen Elasticität und Festigkeit, ihrer Lage und Funktion.

Von der grössten Bedeutung ist ferner die Lebens- und Beschäftigungsweise, welche die einzelnen Individuen bald mehr bald weniger den Gelegenheitsursachen zu Knochenbrüchen aussetzt. Hiebei ist der Einfluss des Lebensalters, des Geschlechtes und der Standes- und Berufsverhältnisse zu berücksichtigen. Auch der Einfluss der Jahreszeit steht damit im Zusammenhang.

Endlich wird die Entstehung von Fracturen durch gewisse pathologische Zustände der Knochen begünstigt, welche eine abnorme Brüchigkeit derselben im Gefolge haben.

Wir werden diese Prädispositionen der Reihe nach besprechen und in ihrer Bedeutung zu würdigen versuchen.

Cap. VIII.

Elasticität und Festigkeit der Knochen.

Die physikalischen Eigenschaften der Knochen, namentlich ihre Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse, sind für das Zustandekommen einer mechanischen Trennung derselben natürlich von der grössten Bedeutung. Ihre Berücksichtigung ist insbesondere für das Verständniss der Prädisposition einzelner Skelettheile unerlässlich. Trotzdem haben dieselben bisher in der Fracturenlehre kaum Beachtung gefunden. Wenn daher im Folgenden der Versuch mit einer solchen Physik der Knochenbrüche gemacht werden soll, so muss derselbe allerdings aus dem Grunde sehr fragmentarisch ausfallen, weil zur Zeit das vorhandene Material in dieser Frage noch sehr lückenhaft ist. Nichts desto weniger halte ich es für geboten, die Resultate einiger neuer Untersuchungen über die mechanische Leistungsfähigkeit der Knochen, welche wir namentlich Rauber und Messerer verdanken, hier aufzunehmen und für eine wissenschaftliche Begründung der Aetiologie zu verwerthen.

§. 16. Unter Elasticität der Knochen versteht man ihre Fähigkeit, nach einer durch äussere Gewalt bewirkten Gestaltsveränderung ihre ursprüngliche Form wieder annehmen zu können; die Grenze, innerhalb welcher diess möglich ist, nennt man die Elasticitätsgrenze.

Als Festigkeit der Knochen bezeichnet man die Widerstandskraft, welche sie ihrer Zertheilung durch Einwirkung äusserer Gewalten entgegensetzen.

Diese Eigenschaften der Knochen werden je nach der Art der einwirkenden Gewalt in Anspruch genommen 1) als absolute oder Tensions-Elasticität und -Festigkeit (Widerstand gegen Zug, Zerreissung), 2) als rückwirkende oder Compressions-Elasticität und -Festigkeit (Widerstand gegen Druck, Zusammenpressung). Ausserdem kommen als Combinationen dieser beiden Elasticitäts- und Festigkeitsarten ganz besonders in Betracht 3) die relative oder Biegungs-Elasticität und -Festigkeit, welche beansprucht wird, wenn die äussere Gewalt senkrecht zur Längsachse der Knochen einwirkt, 4) die Säulen oder Streb-Festigkeit und -Elasticität, welche bei Knochen, deren Länge die Querschnittsdimension um mehr als das Dreifache übertrifft, dann in Anspruch genommen wird, wenn ein äusserer Druck in der Richtung der Längsachse einwirkt, und 5) die Zerdrehungs- oder Torsions-Elasticität und -Festigkeit, welche beansprucht wird, wenn eine äussere Gewalt seitlich einwirkt und den Knochen abzudrehen oder zu verwinden sucht.

Um bei verschiedenen Körpern die Elasticität und Festigkeit vergleichen zu können, berechnet man den Elasticitäts- und Festigkeitsmodul. Der Elasticitätsmodul wird durch das Gewicht ausgedrückt, welches einen Körper vom Querschnitte Eins um seine Länge ausdehnen, beziehungsweise verkürzen würde. Der Festigkeitsmodul bezeichnet die Kraft, bei welcher ein Körper vom Querschnitte Eins zertrennt wird.

Die Elasticität und Festigkeit der einzelnen Knochen und Knochentheile zeigt ausserordentlich grosse Differenzen. Dieselben sind abhängig sowohl von der Menge als von der Anordnung der Knochensubstanz, wie sie einestheils für die feinere Textur, anderntheils für die gröbere Gestalt der Knochen bestimmend ist.

Gehen wir zunächst auf die durch die Textur bedingten Festigkeitsverhältnisse ein, so fallen die absoluten Werthe für die compakte und spongiöse Substanz sehr verschieden aus. Bei der gesonderten Bestimmung derselben schwanken natürlich die einzelnen Zahlen innerhalb beträchtlicher Grenzen, da eben das Gefüge der Compacta und Spongiosa alle möglichen Uebergänge zeigt und daher beide sowohl an den verschiedenen Knochen als an den verschiedenen Stellen eines und desselben Knochens nicht vollkommen gleichwerthig sind.

Die ersten Untersuchungen dieser Art stammen von Wertheim, welcher hiezu lange Streifen aus der Fibula und dem Femur benützte. Er bestimmte die absolute Festigkeit der Compacta auf 3,3—15,03 kg pro qmm und den Elasticitätsmodul für Zug auf 1819—2710 kg pro qmm Querschnitt. Die genauesten Untersuchungen verdanken wir Rauber, welcher an Stäbchen und Würfeln aus Compacta und Spongiosa die im Folgenden angeführten Werthe bestimmte. Neuestens hat Messerer übereinstimmende Resultate erhalten.

Die compakte Substanz zeigt im frischen Zustande und mittleren Lebensalter eine absolute (Zug-) Festigkeit von 9,25—12,21 kg pro qmm; letztere steht also der des Messings und Gusseisens nahe. Noch höher ist die rückwirkende (Druck-) Festigkeit, welche 12,56—16,8 kg pro qmm beträgt, also das Doppelte der des Holzes, Granites, Bleies. Hieraus erklärt sich die bedeutende Druckhärte und geringe Sprödigkeit der Compacta; Austrocknung vermehrt, Erwärmung vermindert die Festigkeit. Die Torsionsfestigkeit beträgt im Mittel 8 kg pro qmm. Der Elasticitätsmodul (bei Biegung der Compacta des Femur) beträgt 1982 bis

2099 kg pro qmm, übertrifft demnach um das Doppelte den des Holzes, während der des Messings und der Bronze 3mal und der des Gusseisens 5mal grösser ist. Austrocknung und Erkältung erhöht den Elasticitätsmodul des Knochens.

Die spongiöse Substanz dagegen gibt viel geringere Werthe. Die Druckfestigkeit der Spongiosa der Femurcondylen beträgt nur 0,96 kg pro qmm, die der Wirbelkörper 0,84, nach Messerer im mittleren Alter 0,62—0,92, im Greisenalter 0,22 kg pro qmm.

§. 17. In praktischer Beziehung interessirt nur die Festigkeit der Knochen im Ganzen. Sie lässt sich aus den obigen Werthen nicht unmittelbar berechnen, da nicht nur die Textur, sondern auch die äussere Form der Knochen allzu verschiedenartig sind und muss daher durch direkte Prüfungen ermittelt werden.

Die ersten derartigen Untersuchungen an ganzen Knochen sind von Muschenbroek (1762) angestellt worden, welcher die absolute Festigkeit an Rinderknochen auf 4 kg pro qmm bestimmte. Bevaw benützte menschliche Knochen und berechnete die Festigkeit auf 25—50,7 kg pro qmm. Troja, Wilson, Pajot experimentirten an ganzen Extremitätenknochen mittelst angehängter Gewichte. C. O. Weber stellte Untersuchungen über Biegungsfestigkeit mittelst einer dem Osteopalinklasten von Blasius ähnlichen Maschine an; seine Resultate über die verschiedene Festigkeit nach Alter und Geschlecht sind nicht verwerthbar, da sie nicht auf die Einheit berechnet sind. Erst in neuester Zeit hat Messerer durch sehr exakte und zahlreiche an 500 Knochen und Knochencombinationen angestellte Versuche, bei denen die Werder'sche Festigkeitsmaschine benützt wurde, genaue und werthvolle Resultate erhalten und nicht nur die verschiedenen Festigkeitswerthe der einzelnen Knochen, sondern auch ihre Differenzen nach Alter und Geschlecht bestimmt. Die wichtigsten Ergebnisse bezüglich der Extremitätenknochen sind folgende.

Von geringem praktischem Interesse ist der Werth der Zugfestigkeit, da am Lebenden niemals Fracturen durch Zug eintreten. Sie beträgt (nach 2 Versuchen) am Humerus 533, am Femur 674 kg pro qcm.

Hinsichtlich der Druck- und Streb-Festigkeit ergibt sich folgende Skala der einzelnen Knochen mit abnehmender Festigkeit: Tibia, Femur, Humerus, Radius, Ulna, Clavicula, Fibula. Im Einzelnen erfolgte bei Druck in der Längsachse der Knochen ein Zerknickungsbruch des Schaftes

der Clavicula	bei Männern	im Mittel mit	192	kg,	bei Weibern mit	126	kg
des Humerus	„	„	—	„	„	600	„
des Radius	„	„	334	„	„	220	„
der Ulna	„	„	180—290		„	132	„
des Femur	„	„	756	„	„	—	„
des Femurhalses	„	„	815	„	„	506	„
der Fibula	„	„	61	„	„	49	„

Ausserdem trat hiebei häufig der Bruch nicht an der am meisten gefährdeten Stelle der Mitte, sondern durch Zusammenquetschen an dem einen Gelenkende ein, wie z. B. ausschliesslich bei der Tibia (am unteren Ende). Letztere übertrifft in Bezug auf Streb-Festigkeit (Maximum 1650 kg) entschieden den Oberschenkel.

Von besonderem Interesse ist die Biegungs-Elasticität und Festigkeit, da eine grosse Anzahl Fracturen am Lebenden durch Biegung zu Stande kommt. Die Werthe wurden erhalten durch Belastung der Mitte bei seitlicher Unterstützung auf ²/₃ der ganzen Knochenlänge.

Die Elasticitätsgrenze liegt nahe der Hälfte der Bruchbelastung. Der Elasticitätsmodul für Biegung beträgt bei Männern im mittleren Lebensalter 150,000—180,000 kg pro qcm.

Die Biegungsfähigkeit der Knochen in den verschiedenen Lebensaltern schwankt zwischen 1040 und 1980 kg pro qcm und erreicht im mittleren Alter ihr Maximum. Im Einzelnen erfolgte der Biegungsbruch

der Clavicula	bei Männern im Mittel mit 100 kg,	bei Weibern mit 62 kg
des Humerus „ „	276 „	„ 174 „
des Radius „ „	122 „	„ 68 „
der Ulna „ „	125 „	„ 83 „
des Femur „ „	400 „	„ 263 „
der Tibia (Druck auf die innere Fläche)	275 „	„ 190 „
der Tibia (Druck auf die Crista) „	240—500	„ — „
der Fibula „ „	45 „	„ 31 „

Die Skala und das gegenseitige Verhältniss der Bruchbelastungen ist demnach folgendes: Femur (17), Tibia (Druck auf die Crista 17. Druck auf die innere Fläche 12), Humerus (12), Ulna (6), Radius (5). Clavicula (4), Fibula (2).

Endlich bleibt noch die gleichfalls praktisch wichtige Torsions-Elasticität und -Festigkeit zu erwähnen.

Der Elasticitätsmodul für Torsion beträgt etwa $^1/_3$ desjenigen für Biegung (also dasselbe Verhältniss wie z. B. bei Eisen und Stahl). die Torsionsfestigkeit im mittleren Lebensalter (für die Oberschenkel) 570 bis 580 kg pro qcm.

Im Einzelnen erfolgte (mittelst eines Torsionshebels von 16 cm Länge) der Torsionsbruch

der Clavicula	im Mittel mit	8 kg
des Humerus	„	40 „
des Radius	„	12 „
der Ulna	„	8 „
des Femur	„	89 „
der Tibia	„	48 „
der Fibula	„	6 „

§. 18. Zum Verständniss der angeführten Zahlenwerthe. wie sie durch direkte Prüfung gewonnen wurden, ist es nothwendig, den Einfluss der äusseren Form der Knochen auf ihre Festigkeit zu berücksichtigen, da sich hieraus auch zum Theil die grössere oder geringere Prädisposition einzelner Knochen und Knochentheile erklären lässt. Wenn nun auch von einer streng physikalischen Untersuchung jenes Einflusses keine Rede sein kann, da sich eben die Verschiedenartigkeit des Materiales und der Form vielfach jeder Berechnung entzieht, so lassen sich doch auf Grund einiger allgemeiner Gesetze der Statik und Mechanik manche wichtige Anhaltspunkte gewinnen.

Die Gestalt der Röhrenknochen im Allgemeinen kann zunächst als die eines regelmässigen Hohlcylinders betrachtet werden. Im Gegensatze zu einem Vollcylinder ist durch das Vorhandensein der Markhöhle das Material für die Festigkeit sowohl bei Druck als Biegung vollständig ausgenützt. Denn da bei der Biegung eines Cylinders auf der convexen Seite Zugspannungen und auf der conkaven Druckspannungen eintreten, welche gegen die Achse des Cylinders zu kleiner werden, bis

schliesslich in der Mitte die sogenannte neutrale Achse sich findet, so geht daraus hervor, dass die nach aussen gelegenen Theile des Materiales mehr für die Festigkeit leisten und dass also bei gleicher Flächengrösse des Querschnittes ein Hohlcylinder mehr trägt als ein Vollcylinder.

Betrachtet man ferner an den Röhrenknochen das Verhältniss des compakten Mittelstückes und der spongiösen Gelenkenden, so könnte vielleicht wegen des niedrigeren Festigkeitswerthes des spongiösen Gewebes eine ungleiche Tragfähigkeit auf Kosten der Gelenkenden angenommen werden. Allein zum Ausgleiche dient schon die Zunahme der Querschnittdimensionen gegen die Gelenkenden zu, welche die Tragfähigkeit bedeutend erhöht; „denn bei Verwendung der gleichen Menge von Substanz nehmen die hohlen Knochenformen mit der Vergrösserung des Halbmessers ihrer äusseren Peripherie an Widerstandsfähigkeit zu, und zwar mehr als dem Verhältniss der Zunahme des Radius entspricht" (H. Meyer). Es ist also in der spongiösen Substanz das Material zu dem Zwecke auseinandergerückt und aufgeblättert, um das Volum des Knochentheiles zu vergrössern, ohne zugleich das Gewicht entsprechend zu vermehren. Nehmen wir hiezu die Thatsache, dass die Spongiosabalken nicht regellos, sondern streng nach den Kurven des maximalen Druckes und Zuges angeordnet sind und somit in der günstigsten Weise ihre Widerstandsfähigkeit geltend machen können, so erklärt es sich, dass die Tragfähigkeit in den verschiedenen Durchmessern eine ziemlich gleiche ist.

Wird daher ein Röhrenknochen von beiden Enden aus auf Zerknickung und Biegung beansprucht, so erfolgt der Bruch in der Mitte, falls nicht etwa an anderer Stelle besonders schwache Querschnittsdimensionen vorhanden sind. Denn das Mittelstück wird stärkeren Biegungsspannungen ausgesetzt und überdiess besitzen die Gelenkenden vermöge ihres grösseren Querschnittes eine grössere Biegungsfestigkeit. Jedoch kann auch die Stelle der grössten Biegung und des Bruches wechseln, wenn der Knochen mit anderen zusammen einen kürzeren oder längeren Hebelarm bildet.

Ferner ist die verschiedene Länge der Röhrenknochen von Einfluss auf ihre Festigkeit. Bei grösserer Länge bieten sich ausgedehntere Angriffspunkte dar und vermindert sich ausserdem die Druckfestigkeit, weil dann um so leichter Biegung eintritt. Bei der Biegung wird aber Druck- und Zugfestigkeit zugleich in Anspruch genommen und erfolgt daher das Zerbrechen vorher, ehe der Modul der Druckfestigkeit erreicht ist. Endlich kann auch bei langen Knochen die einwirkende Gewalt dadurch sehr erheblich verstärkt werden, dass dieselben in einen Hebel umgewandelt werden. Uebrigens versteht es sich, dass die Länge der Knochen für sich allein nicht über die Bruchsicherheit entscheidet: das Schlüsselbein bricht doppelt so oft als der längere Oberarm, der letztere wieder häufiger als der längere Oberschenkel. Denn grössere Länge kann ja allein schon durch grösseren Querschnitt ausgeglichen werden.

Endlich ist von Einfluss auf die Festigkeit der Röhrenknochen noch die Richtung ihrer Längsachse, je nachdem dieselbe einer Geraden sich nähert oder Abweichungen von der Geraden zeigt. Durch vorhandene Krümmungen der Längenachse erfährt zwar der Knochen einen Gewinn an federnder Kraft, aber eine bedeutende Schädigung seiner

Strebfestigkeit. Denn bei gekrümmten Knochen werden die bei der Beanspruchung auf Strebfestigkeit eintretenden Biegungen, welche auch die Veranlassung zum Bruch sind, bedeutend gefördert. Ausserdem gibt es gewisse Krümmungsformen, welche den sogenannten gefährlichen Querschnitt oder Brechungsquerschnitt bezeichnen (Schlüsselbein, Schienbein, Oberschenkel). Die bedeutendste Schwächung erfährt jedoch der Knochen, wenn seine Längenachse winkelig geknickt ist, wie in der Verbindung des Schenkelhalses mit dem Schenkelbein. Für einen Ausgleich ist an dieser Stelle sowohl durch Gewinn an Querschnitt als durch die besondere innere Architektur des Knochens gesorgt, denn an der Stelle, welche bei aufrechter Körperhaltung die grösste Belastung erfährt, findet sich eine sehr ausgesprochene lokale Concentration der Widerstandskurven, die sich theils in der grössten Dicke der Corticalis am unteren Umfange des Halses (Adam'scher Bogen), theils in einem soliden Fortsatze der Compacta im Schenkelhalse (Merkel's Schenkelsporn) erkennen lässt. Sobald diese Architektur mit der excentrischen Atrophie der Knochensubstanz im höheren Alter schwindet, nimmt die Widerstandsfähigkeit in dem Maasse ab, dass der Schenkelhalsbruch bei Greisen der absolut häufigste Bruch wird.

§. 19. Es erübrigt noch, den Einfluss des Lebensalters, des Geschlechtes und der Körperseite auf die Festigkeit des Skelettes zu prüfen.

Dass in den verschiedenen Lebensaltern die Festigkeit des Skelettes eine sehr ungleiche ist, ist allbekannt. Sie nimmt im Allgemeinen bis zum mittleren Lebensalter zu und von da bis gegen das Lebensende wieder ab. Die Ursache liegt theils in dem verschiedenen Querschnitt, theils in der verschiedenen Textur und Zusammensetzung der Knochen.

Die Wirkung des kleineren Querschnittes macht sich zu Ungunsten des Kindesalters geltend: es genügt schon ein geringeres Maass von Kraft zum Brechen der dünnen kindlichen Knochen. Besonders ungünstig gestaltet sich dieses Verhältniss im 2.—4. Lebensjahre, da während dieser Zeit das Dickenwachsthum der Röhrenknochen im Vergleiche zum Längenwachsthum ausserordentlich zurückbleibt (Schwalbe)[1]; daher rührt es denn auch zum Theil, dass diese Zeit während des ganzen Kindesalters die relativ grösste Frequenz aufweist (s. o. S. 10). Andererseits wird diese Schwäche durch grössere Biegsamkeit und Elasticität der jugendlichen Knochen einigermassen ausgeglichen und ausserdem besitzt das frühe Kindesalter, so lange die Epiphysen noch grösstentheils knorplig sind, in der bedeutenden Elasticität derselben ein vortreffliches Schutzmittel wenigstens gegen die Fortleitung von Gewalten durch ein oder mehrere Gelenke hindurch.

Die Wirkung der verschiedenen Textur macht sich als grössere Knochenbrüchigkeit im höheren Alter geltend. Sie ist die Folge der als Theilerscheinung der allgemeinen Altersinvolution sich einstellenden sogenannten senilen Atrophie des Knochengewebes. Wenn übrigens einerseits die senile Brüchigkeit nicht selten so hohe Grade erreicht, dass

[1]) Ueber das postembryonale Knochenwachsthum. Sitzungsber. der Ges. f. Med. und Naturwissensch. in Jena, 6. Juli 1867.

selbst bei geringfügigen Veranlassungen Brüche erfolgen, so bewahren auf der anderen Seite doch zuweilen die Knochen selbst im hohen Alter ihre volle Festigkeit, so dass man die senile Fragilität der Knochen wenigstens nicht als ein nothwendiges Attribut des Alters gelten lassen kann. Nach den Untersuchungen von Rauber nimmt im Alter die absolute Festigkeit mehr ab als die rückwirkende; diess bedingt die grössere Brüchigkeit der Knochen älterer Personen gegenüber einwirkenden Biegungsgewalten.

Auch die verschiedene Zusammensetzung der Knochen aus organischem und unorganischem Materiale scheint für die Festigkeit derselben in den einzelnen Lebensperioden von Bedeutung zu sein. Wenigstens ist nach den Untersuchungen von Rauber die Knochenfestigkeit von dem quantitativen Verhältniss beider Substanzen abhängig, so dass man annehmen kann, dass sowohl die grössere Menge organischer Substanz in der Jugend als auch ihre geringere Menge im Alter die Festigkeit vermindert.

Rauber stellte seine Versuche so an, dass er aus der Compacta desselben Knochens 3 gleich grosse Würfel von 5 mm Kante entnahm und hierauf den 1. in unverändertem Zustande, den 2. nach vorsichtiger Calcination (Ausglühen), den 3. nach Entkalkung auf Druckfestigkeit untersuchte. Der 1. ergab 17,91, der 2. 5,96, der 3. 2,72 kg pro qmm rückwirkende Festigkeit.

Dass im mittleren Alter die Knochenfestigkeit die grösste ist, wird durch die von Messerer gefundenen Zahlen direkt bewiesen. Aus seiner Zusammenstellung der Mittelwerthe der Biegungsfestigkeit, welche bei der Prüfung verschiedener Knochen aus verschiedenen Lebensaltern gewonnen wurden, beträgt bei Männern der Mittelwerth

im Alter von	18	Jahren	1557	kg pro qcm
„	24	„	1810	„
„	32	„	1893	„
„	49	„	1666	„
„	62	„	1490	„
„	78	„	1460	„

Der Einfluss des Geschlechtes tritt zunächst bekanntlich darin hervor, dass die weiblichen Knochen einen kleineren und schwächeren gracileren Bau zeigen. Demgemäss genügt auch zum Zerbrechen derselben im Allgemeinen eine geringere Gewalt als zu dem der stärkeren männlichen Knochen. Dagegen geht aus den Versuchen von Messerer hervor, dass in den Festigkeitswerthen kein Unterschied zwischen beiden Geschlechtern besteht, dass also bei gleichen Grössendimensionen ein weiblicher Knochen dieselbe Tragfähigkeit besitzt, wie ein männlicher. Nur scheint mir nach den Messerer'schen Zahlen der Unterschied zu bestehen, dass bei Weibern im höheren Alter sich die Festigkeit mehr vermindert als bei gleichalten Männern. Denn der Mittelwerth der Biegungsfestigkeit bei Weibern von 75 Jahren beträgt 1280, bei Männern 1493 kg pro qcm. Vielleicht erklärt sich hieraus der Unterschied in der absoluten Frequenz beider Geschlechter, welche wir früher (s. o. S. 12) zu Ungunsten der Weiber im höheren Alter statistisch festgestellt haben.

Was schliesslich den Einfluss der Körperseite auf die Festigkeit der Extremitätenknochen betrifft, so zeigen die Versuche von Messerer, dass zwischen der rechten und linken Körperseite sehr oft gar keine

Unterschiede der Bruchbelastungen bestehen, in anderen Fällen geringe, wie sie durch Verschiedenheiten der Dimensionen beider Seiten bedingt werden.

Cap. IX.

Prädisposition von Seiten der Lage und Verrichtung der einzelnen Skelettheile.

Unter den Prädispositionen der einzelnen Knochen zu Fracturen pflegt nach dem Vorgange von Boyer namentlich die oberflächliche Lage hervorgehoben zu werden. Allerdings sind ja solche nur durch dünne Weichtheilbedeckungen geschützte Knochen direkten äusseren Gewalten zugänglicher als manche andere Skelettheile, welche in dicke Muskellagen eingeschlossen sind, die die Einwirkung direkter Stösse abzuschwächen und zu vertheilen vermögen. Allein schon ein Blick auf die Häufigkeitsskala der einzelnen Brüche sowie das eine Beispiel des Sternum, welches unter allen Knochen zu den oberflächlichsten gehört und trotzdem unter allen Knochen am seltensten einen Bruch erleidet, genügt zum Beweise, dass sich aus jenem Momente kein allgemeines Gesetz ableiten lässt.

Es sind vielmehr durch ihre Lage und Verrichtung nur diejenigen Knochen im Allgemeinen prädisponirt, welche vermöge derselben den häufigsten Gelegenheitsursachen am meisten exponirt sind. Desshalb brechen diejenigen Knochen am häufigsten, welche zum Schutze des Stammes am meisten dienen müssen, also die Extremitätenknochen. Rechnet man zu den häufigsten Gelegenheitsursachen der Brüche das Zubodenfallen auf die vorgeworfene obere Extremität oder die Schulter, so erklärt sich hieraus die Häufigkeit der Brüche des Vorderarmes, Oberarmes und Schlüsselbeines. Berücksichtigt man ebenso die Häufigkeit eines Sturzes aus der Höhe, so erklärt sich die Häufigkeit der Brüche des Unterschenkels und Oberschenkels. Bei direkter Gewalteinwirkung auf den Stamm sind am meisten die Rippen ausgesetzt, dagegen bricht das Becken, die Wirbelsäule, das Brustbein und Schulterblatt nur unter besonderen Umständen, wenn die Extremitäten nicht zum Schutze vorgeworfen werden.

Ueberdiess besitzen manche Knochen durch ihre Verbindungsweise mit dem Skelett eine besondere Prädisposition, sofern jene die Fortleitung der Gewalt von einem Knochen auf den anderen begünstigt. Beispielsweise bricht bei einem Falle auf die ausgestreckte Hand fast immer der Radius und nicht die Ulna, weil ersterer allein mit dem Carpus articulirt und somit allein den Stoss auszuhalten hat.

Besonders deutlich zeigt aber das Schlüsselbein eine von seiner Lage und Verrichtung abhängige Prädisposition. Es stellt „eine Art von Strebepfeiler dar, welcher der oberen Extremität einen festen Stützpunkt am Rumpfe zu gewähren, aber auch die nöthige Entfernung des Schultergelenks von ihm zu vermitteln hat“ (Luschka). Daher wird seine Continuität durch alle Gewalten gefährdet, welche im Sinne einer Annäherung der Schulter an den Thorax wirken, mögen dieselben die

Schulter selbst treffen (Stoss, Zusammenpressung), oder erst, wie beim Falle auf die ausgestreckte Hand, durch die ganze Extremität fortgepflanzt werden.

Cap. X.

Prädisposition von Seiten der Lebens- und Beschäftigungsweise.

Den wichtigsten Einfluss auf die individuelle Disposition zu Knochenbrüchen überhaupt übt die Lebens- und Beschäftigungsweise, sofern dieselbe die einzelnen Individuen mehr oder weniger den Gelegenheitsursachen zu Fracturen exponirt. Dass dieser Einfluss für die grosse Mehrzahl der Fracturen der entscheidende ist, geht aus der absoluten Frequenz der verschiedenen Altersklassen und beider Geschlechter, sowie aus der verschiedenen Häufigkeit je nach den Standes- und Berufsverhältnissen auf's deutlichste hervor. Indem wir in dieser Hinsicht auf unsere früheren statistischen Angaben über die Häufigkeitsverhältnisse verweisen, genügt es an einigen kurzen Erklärungen der daselbst angeführten Thatsachen.

§. 20. Die Lebensweise ist zunächst abhängig von dem Lebensalter. Nehmen wir drei gleiche Perioden vom 1.—30., 30.—60. und 60.—90. Lebensjahre, so vertheilt sich die absolute Frequenz (nach Tabelle V S. 10) so, dass auf die mittlere Periode 43,8 % aller Fracturen fallen, während die erste Periode mit 26,1, die letzte mit 29,8 % participirt.

Dem mittleren Lebensalter kommt also die weitaus grösste Disposition zu. Steht diese Thatsache im Widerspruche damit, dass in dieser Periode der Knochenbau seine grösste Vollendung und Festigkeit erreicht hat, so erklärt sie sich lediglich daraus, dass die Bevölkerung dieser Altersklasse durch ihre Beschäftigung in Werkstätten, Fabriken, bei Bauten u. s. w. den Gelegenheitsursachen der Knochenbrüche am meisten ausgesetzt sind.

Das Kindesalter dagegen besitzt die geringste Disposition zu Fracturen. Auch hier steht also die Disposition im Widerspruche mit den Festigkeitsverhältnissen des Skelettes und beruht eben darauf, dass die Kinder durch ihre Lebensweise seltener den Zufällen ausgesetzt sind, welche bei den Erwachsenen, namentlich der arbeitenden Klasse, so häufig Fracturen herbeiführen. Nur das Fallen bildet eine häufige Gelegenheitsursache, welche gewiss noch öfter bei Kindern Fracturen erzeugen würde, wenn nicht durch gewisse Momente die Gefahr des Falles abgeschwächt würde, nämlich durch das geringe Körpergewicht, die geringe Höhe beim Umfallen, die grosse Biegsamkeit der Knochen, das Vorhandensein knorpliger Epiphysen, welche gegen die Fortleitung von Gewalten schützen, sowie endlich durch das starke Fettpolster. Am seltensten sind Brüche in den beiden ersten Lebensjahren, in denen die Kinder sich noch gar nicht selbständig oder doch nur unter Aufsicht bewegen. Die grösste Frequenz während des ganzen Kindesalters fällt auf das Alter von 3—6 Jahren, während sich die

Kinder selbständig und meist ohne besondere Aufsicht, aber noch nicht mit voller Sicherheit bewegen.

Das höhere Alter endlich weist eine auffallend hohe Disposition auf. Die grösste Frequenz im Alter von 50—60 Jahren erklärt sich wohl daraus, dass die gefährlichen Beschäftigungen in dieser Zeit meistentheils noch nicht aufgegeben sind, dagegen die körperliche Gewandtheit und auch die Festigkeit der Knochen in Abnahme begriffen ist. Dagegen steht die Prädisposition des eigentlichen Greisenalters mit der stilleren Lebensweise der Greise in direktem Widerspruch und erklärt sich fast allein aus der verminderten Festigkeit der Knochen sowie aus der Unbehülflichkeit bei Körperbewegungen.

§. 21. Sehr offenkundig tritt der Einfluss der Lebens- und Beschäftigungsweise in der verschiedenen Disposition beider Geschlechter hervor. Die mehr als 4fach grössere Disposition des männlichen Geschlechtes ist lediglich Folge der gefährlicheren Beschäftigung, durch welche dasselbe den Gelegenheitsursachen zu Fracturen viel häufiger ausgesetzt ist. Denn, wie früher erörtert wurde, ist ja der weibliche Knochenbau kleiner und schwächer, wenn auch die Festigkeitswerthe die gleichen wie beim männlichen Geschlechte sind. Am schlagendsten lässt sich jene Ursache der Prädisposition des männlichen Geschlechtes beweisen, wenn man die verschiedene Disposition beider Geschlechter in den einzelnen Altersklassen mit einander vergleicht. Die Differenz ist nämlich bei Weitem am grössten im mittleren Lebensalter, in welchem die Brüche bei Männern etwa um das 8fache häufiger sind, weil in diesem Alter die grösste Verschiedenheit der Beschäftigungsweise besteht. Im Kindesalter und im höheren Alter ist der Unterschied viel geringer, weil sich die Lebensweise beider Geschlechter mehr gleicht. Der Umschwung dagegen zu Ungunsten der Weiber vom 70. Lebensjahre an, von welchem Zeitpunkte letztere die doppelte Anzahl Fracturen erleiden, kann nicht von Verschiedenheiten der Lebensweise, sondern nur von einer grösseren Brüchigkeit der Knochen abgeleitet werden (s. o. S. 23).

§. 22. Auch die verschiedene Disposition nach den Standes- und Berufsverhältnissen erklärt sich von selbst aus der verschiedenen Beschäftigung. Die Prädisposition der arbeitenden Klasse im Ganzen ist eine sehr bedeutende, wenn auch über die Gefährlichkeit der einzelnen Gewerbe in dieser Hinsicht genauere Ermittlungen fehlen.

Cap. XI.

Prädisposition von Seiten der Jahreszeit.

Der Einfluss der Jahreszeit auf die Frequenz der Fracturen (s. o. S. 14), der wenig erheblich ist und an den einzelnen Orten variirt, lässt sich nur darin suchen, dass die Gelegenheit zur Entstehung von Knochenbrüchen durch die Jahreszeit mehr oder weniger begünstigt wird. Unzweifelhaft wird nämlich in Gegenden mit strengem Winter

eine beträchtliche Anzahl von Fracturen durch Glatteis und Schnee verschuldet; allein während derselben Zeit versiegt durch Einstellung von Bauten und gewissen anderen Arbeiten eine weitere Quelle von Knochenbrüchen, welche dagegen im Sommer am ergiebigsten ist. Ferner stimmt mit jener Erklärung überein, dass für das höhere Alter der Winter prädisponirt, weil er mehr Gelegenheit gibt, auf ebener Erde zu fallen, während dagegen bei Kindern sich mehr Fracturen im Sommer ereignen, wo die Kinder mehr im Freien spielen.

Bezüglich der alten von A. Paré stammenden Erklärung, dass die Brüche im Winter bei Gefrierkälte spröder und brüchiger seien, mag nur daran erinnert werden (s. o. S. 18), dass nach den Untersuchungen von Rauber die Festigkeit der Knochen im Gegentheil durch Erwärmung vermindert wird.

Cap. XII.

Pathologische Prädispositionen.

(Spontanfracturen.)

Die pathologischen Verhältnisse, welche eine Prädisposition zu Fracturen abgeben, beziehen sich auf gewisse Knochenkrankheiten, welche theils auf eine einzelne Knochenpartie lokalisirt auftreten, theils in diffuser Verbreitung sich auf das ganze Skelett oder wenigstens den grössten Theil desselben gleichzeitig erstrecken. Es gehören hieher alle diejenigen Knochenaffektionen, welche eine abnorme Brüchigkeit der Knochensubstanz herbeiführen, zum Theil in dem Grade, dass selbst bei den geringfügigsten Gewalteinwirkungen oder beim blossen Muskelspiele Brüche entstehen. Ja es können sogar auf diesem Wege ohne jede äussere mechanische Einwirkung Continuitätstrennungen herbeigeführt werden, wenn der Knochen in seiner ganzen Dicke zerstört wird, wie beispielsweise durch gewisse Neubildungen oder Nekrose.

Man pflegt diese Brüche pathologische oder spontane zu nennen. Letztere Bezeichnung ist offenbar nicht ganz correkt. Denn in der Regel erfolgt die Trennung keineswegs spontan, sondern nur durch eine relativ geringfügige Gewalt, und in jenen seltenen Fällen, in denen sich die Trennung in der That spontan ohne alle mechanische Einwirkung vollzieht, fällt dagegen der Begriff der Fractur hinweg, und ist eigentlich nur die Bezeichnung Pseudofractur gerechtfertigt.

Jedenfalls sind alle diese Brüche nur als mehr oder weniger zufällige Complikationen der zu Grunde liegenden Knochenkrankheiten zu betrachten, welche in einem anderen Abschnitte dieses Werkes ausführlich besprochen werden. Es genügt daher an dieser Stelle, jene Affektionen im Zusammenhange aufzuführen und in ihrer ätiologischen Bedeutung für die Entstehung von Fracturen zu würdigen. Wie wichtig übrigens gerade in praktischer Beziehung die Kenntniss dieses ätiologischen Zusammenhanges ist, geht schon daraus hervor, dass nicht selten erst die Entstehung der Fracturen, welche aus der stattgehabten Gewalteinwirkung allein nicht zu erklären war, auf die zu Grunde liegende Knochenerkrankung aufmerksam gemacht hat.

Aus der folgenden Darstellung ist überdiess zu ersehen, dass Spontanfracturen überhaupt häufiger vorkommen, als gewöhnlich angenommen wird, und dass manche Arten derselben, von denen einzelne Beispiele noch immer hie und da als Raritäten mitgetheilt werden, bereits eine ansehnliche Casuistik aufzuweisen haben.

Die pathologischen Zustände des Knochengewebes, welche zu Fracturen prädisponiren, hat man (seit Lobstein) unter dem Namen Knochenbrüchigkeit (Osteopsathyrosis, Fragilitas ossium) zusammengefasst. Diese Bezeichnung ist für die grosse Mehrzahl der Spontanfracturen nur eine symptomatische, sofern sie die verschiedenartigsten Knochenerkrankungen in sich begreift, welche unter sich nur das gemein haben, dass sie die natürliche Festigkeit und Widerstandsfähigkeit der Knochen herabsetzen. Dagegen hat sich die Zahl der Spontanfracturen, in denen als Ursache die idiopathische Form der Knochenbrüchigkeit anzunehmen ist, durch unsere erweiterten pathologisch-anatomischen und klinischen Erfahrungen mehr und mehr vermindert, so dass jetzt nur noch eine kleine Gruppe von Fällen auf die letztere Form zu beziehen ist.

Es lassen sich demnach als pathologische Prädispositionen zu Fracturen folgende Arten von Knochenbrüchigkeit unterscheiden.

1. Knochenbrüchigkeit in Folge von Knochenatrophie.

§. 23. Jede Atrophie der Knochen ist mit einer Verminderung ihrer natürlichen Festigkeit verknüpft, welche mit dem Verluste an Knochensubstanz gleichen Schritt hält. Im Einklange mit den ausserordentlich mannigfaltigen Ursachen derselben steht die grosse Anzahl der hiedurch bedingten spontanen Fracturen. Leider sind jedoch noch nicht alle jene Ursachen der Knochenatrophie genügend erforscht, so dass auch für manche solche spontane Fractur die letzte Ursache noch unaufgeklärt ist.

Man pflegt unter der Bezeichnung Knochenatrophie (im engeren Sinne) die abnorme Absorption bereits fertig gebildeter Knochensubstanz zu verstehen. Letztere manifestirt sich entweder in einem Schwunde des Knochens in toto, sowohl im Inneren als in seinem äusseren Volumen (concentrische Anostose), oder blos in einem Schwunde der Knochensubstanz im Inneren ohne Verminderung des äusseren Volumens (excentrische Anostose, Osteoporose). Hiebei findet sich die Rindenschichte verdünnt, die Spongiosabalken schwächer oder theilweise ganz verschwunden, die Markhöhle und Markräume erweitert und mit fettigem Marke erfüllt. Aus dieser Rarefaktion des Gewebes erklärt sich die abnorme Brüchigkeit atrophischer Knochen, wie denn bei den höchsten Graden der Atrophie, wenn die Rinde auf eine papierdünne Lamelle reducirt ist, Fracturen bei den geringfügigsten Veranlassungen eintreten.

§. 24. Mit Rücksicht auf die verschiedenen Ursachen der Atrophie liefert am häufigsten die senile Atrophie eine Prädisposition zu Fracturen. Wir haben aus derselben bereits früher die grosse Häufigkeit von Fracturen im Greisenalter erklärt, welche ja in der Regel bei der

stilleren Lebensweise alter Leute nur durch leichte Gewalten herbeigeführt werden. Als eigentliche pathologische Fälle können jedoch nur diejenigen gelten, in denen die Knochenatrophie einen ungewöhnlich hohen Grad erreicht und daher die Fractur durch eine ganz geringfügige Veranlassung herbeigeführt worden ist. Derartige Fälle liegen in grosser Anzahl vor. Uebrigens ist auch bereits früher (s. o. S. 22) erwähnt worden, dass die senile Knochenatrophie keineswegs als ein regelmässiges und nothwendiges Attribut des hohen Alters zu betrachten ist.

Zuweilen scheint jedoch auch bei jüngeren Leuten eine Art vorzeitige Atrophie sich einzustellen, und zwar im Gefolge eines allgemeinen Marasmus durch chronische consumirende Krankheiten. Gurlt hat einige Fälle von Spontanfracturen zusammengestellt, welche diese Erklärung zulassen.

§. 25. Eine andere Art der Knochenatrophie tritt, auf einzelne Glieder beschränkt, unter dem Bilde der Inaktivitäts-Atrophie auf. Sie entwickelt sich im Gefolge chronischer Knochen- und Gelenkentzündungen und Lähmungen (Paraplegieen und Hemiplegieen), durch welche ein Glied Jahre oder Jahrzehnte hindurch mehr oder weniger vollständig ausser Aktion gesetzt wird. Treten jene Leiden im frühen Kindesalter auf, so ist die Folge eine Wachsthumshemmung, eine Aplasie der Knochen der befallenen Extremität, treten dieselben später auf, so führen sie zur excentrischen Atrophie, welche die höchsten Grade erreichen kann. Jeder Chirurg kennt die ausserordentliche Brüchigkeit solcher Knochen, welche zuweilen bei einem leichten Fehltritte brechen und oft genug schon von der Hand des Chirurgen, welcher eine Kurvatur oder Anchylose redressiren wollte, gebrochen worden sind. Ich selbst habe in einem derartigen Falle, welcher eine nach Jahre langem Bestande abgelaufene Coxitis betraf, beobachtet, wie sogar schon bei einer vorsichtigen Untersuchung auf passive Beweglichkeit im Hüftgelenke alsbald der Oberschenkel im unteren Drittheile brach.

Für das Verständniss dieser auffallenden Brüchigkeit im Gefolge der Inaktivität scheint es mir von Werth zu sein, an die Gesetze über die Bedeutung der inneren Architektur der Knochen und ihre Abhängigkeit von den statischen Verhältnissen zu erinnern. Wir wissen, dass die sich fortwährend vollziehenden Vorgänge der Resorption und Apposition beherrscht werden durch die Bedingungen der Statik, unter denen sich die Knochen gemäss ihrer Funktionirung befinden, dass also die Erhaltung der normalen Architektur an ein normales Verhalten der statischen Bedingungen gebunden ist. Denn wo Knochensubstanz statisch nicht in Anspruch genommen wird, geschieht keine Apposition, sondern nur Resorption [1]) — muss da nicht eine Jahre oder Jahrzehnte hindurch andauernde Funktionsunfähigkeit eines Gliedes nothwendig eine gefährliche Atrophirung der betreffenden Knochenabschnitte zur Folge haben?

Den direkten Nachweis hiefür habe ich, wie auch Wolferman [2]), nament-

---

[1]) Vergl. die werthvollen Untersuchungen von J. Wolf (Arch. f. klin. Chir. Bd. 14, S. 270), Martini (Centralbl. f. d. med. W. 1872, Nr 37) und Köster (Verhdl. d. phys.-med. Ges. in Würzburg, 15. Juni 1872) über die Umbildung der inneren Architektur der Knochen bei krumm geheilten Fracturen und knöchernen winkelförmigen Anchylosen.

[2]) Arch. von Reichert und Dubois-Reymond, 1872, S. 340.

lich an Präparaten von chronischer ulceröser Coxitis liefern können, an welchen der Oberschenkelknochen eine erhebliche Verdünnung der Compacta und hochgradige Rarefaktion der Spongiosa aufwies, während sich der Verlauf der einzelnen Bälkchenzüge unverändert erhalten hatte. — Rauber fand, dass die Tibia einer gelähmten Extremität 198, die der nicht gelähmten Seite 281 gm wog. — Ich habe vor Kurzem in der Tübinger Klinik einen 40jährigen Mann beobachtet, welcher seit seinem 5.—6. Lebensjahre an einer fungös-ulcerösen Kniegelenksentzündung mit spitzwinkliger Contraktur und Subluxation des Unterschenkels litt und während dieser ganzen Zeit nur mit Krücken sich bewegt hatte. Die ganze Extremität war im Vergleich zur gesunden um 16 cm im Wachsthum zurückgeblieben, und zwar der Oberschenkel um 9, der Unterschenkel um 7 cm. In einem ähnlichen von Gutsch[1]) mitgetheilten Falle handelte es sich um einen 73jährigen Mann, der in seinem 6. Lebensjahre einen schweren Tumor albus des Kniegelenkes mit Aufbruch und allmäliger Ausheilung durchgemacht hatte; es war seitliche Luxation der Tibia und Obliteration des Gelenkes zurückgeblieben. Die Verkürzung der unteren Extremität betrug im Ganzen 24 cm, die des Femur 15, der Tibia 7,5 cm. Das Gewicht des Femur betrug 170 statt 450 gm, das der Tibia und Fibula 190 statt 340 gm. Auf dem Durchschnitte zeigte sich die compakte Rinde des Femur auf eine äusserst dünne Lamelle reducirt.

§. 26. Ausser den beiden angeführten Arten, der senilen und Inaktivitäts-Atrophie, welche allein aufgeführt zu werden pflegen, lässt sich aus der Casuistik der Spontanfracturen noch eine weitere recht typische Gruppe von Fällen zusammenstellen, in denen die Ursache der Knochenatrophie mit aller Wahrscheinlichkeit auf eine zu Grunde liegende Affektion des centralen Nervensystems zurückzuführen ist. Man kann daher diese Form der Knochenbrüchigkeit, welche bisher namentlich in der deutschen Literatur kaum Beachtung gefunden hat, als neurotische Knochenatrophie bezeichnen.

Gruppirt man die vorhandene Casuistik nach den zu Grunde liegenden Erkrankungen des Nervensystemes, so sind es sowohl chronische Rückenmarks- als Gehirnkrankheiten, welche Knochenbrüchigkeit im Gefolge haben können.

Zu den ersteren gehört die Tabes dorsalis, welche erst neuerdings als Ursache von Spontanfracturen erkannt worden ist. Weir Mitchell (1873) war der Erste, welcher auf die Häufigkeit spontaner Fracturen bei Tabeskranken aufmerksam machte, und bald darauf gelang es Charcot, den ursächlichen Zusammenhang in einer durch die Tabes bedingten Ernährungsstörung des Knochengewebes zu finden. Im Ganzen habe ich aus der Literatur der letzten Jahre 30 Fälle sammeln können (s. Literaturverzeichniss), in denen bei notorischer Tabes Spontanfracturen beobachtet wurden; dass jedoch in Wirklichkeit ihre Frequenz eine entschieden grössere ist, geht schon daraus hervor, dass in manchen Mittheilungen über Spontanfracturen einzelne der mitangeführten Erscheinungen mit grösster Wahrscheinlichkeit für eine zu Grunde liegende Tabes, welche nicht erkannt wurde, sprechen[2]). In der Mehrzahl der Fälle wurden die Fracturen in multipler Anzahl beobachtet, vorherrschend an den unteren, seltener an den oberen Extremitäten, nämlich am häufigsten am Oberschenkel, seltener am Oberarm und Unterschenkel. Die Heilung derselben nahm in der Regel einen

[1]) Verhdl. d. deutsch. Ges. f. Chir. 9. Congress, S. 186.

[2]) Beispielsweise in mehreren von Gurlt citirten Fällen (Handb. der Lehre von den Knochenbrüchen. I. Thl. Beobachtung Nr. 32, 33, S. 157).

normalen Verlauf, zuweilen wurde ein ungewöhnlich reichlicher Callus beobachtet.

Noch häufiger ist bei chronischen Gehirnkrankheiten eine auffallende Prädisposition zu Fracturen beobachtet worden, und zwar namentlich bei allgemeiner Paralyse. Ich erinnere an die neuerdings namentlich in England viel besprochene Thatsache, dass in Irrenanstalten auffallend häufig Fracturen sich ereignen, welche man früher auf eine brutale Behandlung seitens der Wärter zu schieben geneigt war, bis durch zahlreiche Autopsieen die Ursache in einer abnormen Weichheit und Brüchigkeit der Knochen gefunden wurde. Am häufigsten wurden diese Veränderungen sowohl als die Fracturen an den Rippen gefunden, seltener an den langen Röhrenknochen, den Schädelknochen und der Wirbelsäule. Uebereinstimmend fand man die Knochen weich, mit dem Messer zu schneiden oder sogar mit den Fingern leicht zu zerdrücken, die Rinde dünn, das Mark ungewöhnlich weich und dunkel, das spongiöse Gewebe spärlich, weitmaschig, mit ölig-blutiger Flüssigkeit gefüllt. Die Gesammtzahl der Fälle von Spontanfracturen bei Geisteskranken, welche ich bei einer Durchsicht der Casuistik notiren konnte, beträgt mehr als 60, darunter eine grössere Anzahl multipler Fracturen (s. Literatur).

Die erste derartige Beobachtung scheint Davey (1842) gemacht zu haben, welcher bei der Autopsie einer Geisteskranken 6 Spontanfracturen der langen Knochen fand, nämlich 3 an beiden Oberschenkeln, 1 am Humerus, Radius und der Clavicula. Später häuften sich besonders die Beobachtungen von Rippenbrüchen (Dickson, Pedlar, Warder, Williams, Hill, Hearder, Gudden). Beispielsweise fand Gudden bei 100 Autopsieen 16 Fälle, zumeist (87%) bei Männern, und zwar aus der Klasse der Paralytiker. Die Brüche fanden sich in ³/₄ der Fälle in mehrfacher Anzahl vor, in einem Falle wurden 14, in einem zweiten 23, in einem dritten 36 Brüche gefunden. Hearder beobachtete unter 20 Sektionen von Geisteskranken 10 mal abnorme Brüchigkeit der Rippen und des Sternum. Ein Querbruch des Sternum bei enormer Brüchigkeit desselben wurde von Messer bei der Sektion eines 58jährigen Paralytikers gefunden, bei dem sich auch die Schädelknochen mit dem Messer schneiden liessen. Spontanfracturen des Humerus beobachteten Crampton, Bonnet, Moore, Bionne, desgleichen Deas an Humerus und Femur, Lähr am Femur. Mordrel beobachtete in 5 Fällen lange bestehender Geisteskrankheiten Schenkelhalsbrüche in Folge geringfügiger Veranlassungen, obgleich keiner der Kranken das Greisenalter erreicht hatte (sie standen im Alter von 32, 46, 53, 55 und 66 Jahren). Atkins sah bei einem 55jährigen Paralytiker eine Fractur beider Ober- und Unterschenkel in Folge ganz leichter Gewalt und konnte bei der Sektion die Extremitätenknochen und die Wirbel leicht mit dem Messer schneiden. Die Untersuchung ergab schwere degenerative Störungen im Gehirn, Rückenmark und in den peripheren Rückenmarksnerven. Weitere Beobachtungen in grösserer Anzahl sind von Davey, Morselli, Rogers mitgetheilt.

Beachtenswerth ist endlich das Vorkommen dieser neurotischen Form der Knochenbrüchigkeit im Gefolge einer gehemmten Entwicklung der Nervencentren. Schon wiederholt sind bei den verschiedenen Arten von Hemmungsbildungen der Centraltheile, namentlich bei angeborenem Hydrocephalus und Hydrorrhachis, spontane Fracturen in multipler Anzahl vor und nach der Geburt beobachtet worden, welche durch das Zurückbleiben der Ossifikationsprocesse in Folge der centralen trophischen Störung zu erklären sind.

Beispielsweise beobachtete Riez bei einem neugeborenen, nach 8 Tagen gestorbenen Kinde, welches mit Hydrocephalus und Spina bifida im Lumbartheile behaftet war, multiple Spontanfracturen, daneben ausgebreitete trophische Störungen

an den Extremitäten, namentlich ein allgemeines Zurückbleiben der Ossifikationsvorgänge und Atrophie des Knochengewebes. — Ruge fand bei einem Kinde mit Spina bifida, welches einige Tage nach der Geburt gestorben war, eine in Heilung begriffene Spontanfractur des Oberschenkels und doppelseitige, gleichfalls intrauterin entstandene Hüftgelenksluxation. — Eine ältere Beobachtung von Bergmann betrifft ein von Geburt an ausserordentlich schwächliches Kind, welches seine Glieder nicht bewegen konnte und beständig auf dem Rücken lag: dasselbe brach im 4. Lebensjahre ohne jede äussere Gewalt kurz nach einander beide Unterschenkel. Nach dem im 5. Lebensjahre eingetretenen Tode fanden sich hochgradige Defekte mehrerer Gehirnabschnitte. — Virchow beobachtete einen Fall von Spontanfractur des Femur bei einem 18jährigen Menschen mit partieller Hydrorrhachia cervicalis, welcher an chronischer Myelomeningitis dorsalis gestorben war.

Die angeführten Fälle sind, glaube ich, zahlreich genug, um ein zufälliges Zusammentreffen auszuschliessen und zu beweisen, dass gewisse Affektionen der Nervencentren eine Prädisposition zu Spontanfracturen abgeben können. Sind auch hiefür die Fälle von completer Paralyse eines Gliedes nicht hinreichend beweiskräftig, weil bei vollkommenem Innervationsdefekte auch der Einfluss der Inaktivität in Rechnung kommt, so sind dagegen die Fälle von Spontanfracturen bei Tabes um so beweisender. Denn unter denselben sind manche gerade an solchen Gliedern zu Stande gekommen, deren Bewegungen zur Zeit noch vollkommen frei waren, also selbst noch vor dem Beginn der motorischen Incoordination. Und gerade dieser Umstand sowie die Geringfügigkeit der Gelegenheitsursachen bei den meisten Brüchen widerspricht auch dem anderen Erklärungsversuche, dass die Brüche allein durch die brüsken uncoordinirten Bewegungen der Ataktiker verschuldet werden. Nach Charcot ist die Knochenaffektion vielmehr als eine trophische Störung aufzufassen, wahrscheinlich bedingt durch Degeneration der Vorderhörner der grauen Substanz des Rückenmarkes.

Wenn wir nun die Ursache der Knochenbrüchigkeit in diesen Fällen als eine Knochenatrophie betrachten, so steht diese Auffassung einmal im Einklange mit den Ergebnissen des Experimentes. Bei der Durchschneidung und Resektion peripherer Nervenstämme beobachtete Mantegazza[1]) Atrophie der Knochen mit Zunahme ihrer Spongiosität und ebenso fand Nasse[2]) constant eine Gewichtsabnahme derselben (bis 13%), bedingt durch vermehrte Porosität (Erweiterung des Markkanales und der Markräume) und Zunahme des Fettes. Ausserdem stimmt jene Annahme mit den Ergebnissen der bisherigen anatomischen Untersuchungen (Ormerod, Richet, Bonnet) überein. Nach den Angaben der Beobachter bestanden die Veränderungen immer nur in einer Atrophie oder Rarefaktion des Knochengewebes in Form der excentrischen Anostose und Ersatz durch übermässige Fettablagerung. Die naheliegende Vermuthung, dass es sich vielleicht nicht immer um rein passive Vorgänge, sondern auch um die Form des entzündlichen Knochenschwundes (rareficirende Ostitis) handeln möchte, wird einstweilen dadurch widerlegt, dass von mehreren Beobachtern zwar die Analogie des histologischen Befundes mit dem bei der rareficirenden Ostitis hervorgehoben, aber auch ausdrücklich der Mangel aller ent-

[1]) Journ. de l'anat. et physiol. 1867, p. 276.

[2]) Nasse, Ueber den Einfluss der Nervendurchschneidung auf die Ernährung, insbesondere auf die Form und die Zusammensetzung der Knochen. Pflüger's Arch. f. Physiol. 1880, Bd. 23, S. 361.

zündlichen Erscheinungen, namentlich vermehrter Vaskularisation constatirt worden ist. Endlich liefert auch die von Regnard[1]) vorgenommene chemische Untersuchung solcher von Atoktikern stammender Knochen eine ausreichende Erklärung für ihre abnorme Brüchigkeit, indem sie gleichfalls für ein Schwinden der compakten Substanz und Erweiterung der fetterfüllten Markräume spricht. Denn die anorganischen Bestandtheile machten nur 24 (statt 66) Procent, die organischen dagegen 76 (statt 33) Procent des Gewichtes aus. Die Abnahme der Knochenerde beruhte auf einer Verminderung des Gehaltes an phosphorsaurem Kalk (10 statt 50%), die Vermehrung der organischen Bestandtheile auf einer Zunahme des Fettgehaltes (38%).

Welche grossartige Brüchigkeit und Zerstörung solche atrophisirenden Knochen aufweisen können, zeigt am eklatantesten eine Beobachtung von Charcot.

Eine Frau, welche im Alter von 35 Jahren an den ersten Erscheinungen der Tabes dorsalis erkrankt war, erlitt von ihrem 43. Lebensjahre an nach einander an folgenden Knochen Spontanfracturen: an beiden Schulterblättern, dem linken Schlüsselbein, beiden Vorderarmknochen an beiden Seiten und an dem linken Oberschenkel. Daneben waren noch spontane Luxationen in beiden Hüftgelenken und in einem Schultergelenke aufgetreten. Nachdem die Kranke im 61. Lebensjahre an der Ruptur eines Aneurysma der Aorta gestorben war, fanden sich bei der Sektion sämmtliche Fracturstellen durch voluminösen Callus consolidirt, die fracturirten Knochen zugleich beträchtlich verkürzt, am meisten der linke Oberschenkel, welcher im Vergleich zu dem der rechten Seite um 31 cm verkürzt war. An demselben war beinahe das ganze obere Fragment sammt Kopf, Hals und Trochanter zu Grunde gegangen und der Rest desselben mit dem unteren Fragmente vereinigt.

2. Knochenbrüchigkeit in Folge von akuter Osteomyelitis mit Ausgang in Necrose.

§. 27. Gewisse Formen der Knochenentzündung können eine Prädisposition zur Entstehung von Fracturen abgeben, sofern durch sie das Knochengewebe zum entzündlichen Schwund oder nekrotischen Absterben gebracht wird. In den höchsten Graden kann sogar die Zerstörung durch die ganze Dicke des Knochens hindurchgehen und eine vollständige Durchtrennung ohne jede äussere mechanische Einwirkung herbeiführen (Pseudofractur).

Im Verhältnisse zu der ausserordentlichen Häufigkeit jener Processe kommen allerdings Spontanfracturen im Gefolge derselben sehr selten vor, aus dem einfachen Grunde, weil gewöhnlich mit der Zerstörung auch der Wiederersatz von Knochensubstanz gleichen Schritt hält. Jedoch ist ihr Vorkommen jedenfalls viel häufiger, als gewöhnlich angenommen wird. Denn während Gurlt nur 8 hieher gehörige Fälle gesammelt hat und dieselben daher zu den „grössten Seltenheiten" rechnet, konnte ich bei einer keineswegs erschöpfenden Durchsicht der neueren Literatur mehr als 50 derartige Fälle zusammenstellen und aus eigener Beobachtung 7 weitere hinzufügen.

Die Rubricirung der Casuistik wird vielfach durch die verschiedenartige Nomenklatur der hieher gehörigen Processe sowie durch manche offenbaren Verwechslungen der letzteren erschwert. Jedenfalls unterliegt es keinem Zweifel, dass am häufigsten die Knochenentzündungen

[1]) Soc. de biolog. 6. Dec. 1879. (Gaz. hebd. 1879, Nr. 50, p. 799.)

mit Ausgang in Necrose Spontanfracturen im Gefolge haben. In mehr als der Hälfte der Fälle hatte dieselbe ihren Sitz am Oberschenkel, in den übrigen am Unterschenkel und Oberarm. Wenn man bedenkt, dass bei Necrose die Continuität des Knochens in der Regel dadurch gewahrt bleibt, dass vor der Lösung des Sequesters dieser die Festigkeit erhält und nach seiner Lösung bereits eine neue Knochenlade sich gebildet hat, so ist es leicht erklärlich, dass namentlich die akuten und ausgedehnten Necrosen zu Fracturen disponiren, weil bei denselben keine hinreichende Zeit zum Wiederersatz gegeben ist. Es sind daher am häufigsten Necrosen im Gefolge jener akutesten progredienten Entzündung, welche vom Marke oder Periost ausgeht und rasch den Knochen in seiner ganzen Dicke ergreift und zum Absterben bringt, d. h. die Necrosen im Gefolge der akuten spontanen Osteomyelitis und Periostitis (primäre infektiöse Knochenmark- und Knochenhautentzündung, Lücke).

Gerade diese Fälle von Spontanfracturen durch osteomyelitische Necrose stellen sich unter einem recht typischen Bilde dar. Aus der oben angeführten Anzahl von Beobachtungen lässt sich eine Gruppe von 20 derartigen genauer mitgetheilten Fällen zusammenstellen, unter welchen sich 2 von mir beobachtete Fälle befinden. Sie betreffen sämmtlich das Kindes- und Jünglingsalter (5.—21. Lebensjahr), am häufigsten das Alter von 10—14 Jahren. In 15 Fällen hatte die Osteomyelitis und nachträgliche Spontanfractur ihren Sitz am Femur, und zwar meist im unteren, seltener im mittleren, am seltensten im oberen Drittel; 4mal war die Tibia, 1mal der Humerus, stets im oberen Drittel befallen. Gewöhnlich lag eine totale oder fast totale Necrose eines Stückes der Diaphyse vor, 4mal erstreckte sich dieselbe sogar über die ganze Diaphyse des Femur.

§. 28. Am meisten interessirt uns die Frage über die Art und Weise der Entstehung der Continuitätstrennung, welche wiederum von dem Zeitpunkte derselben abhängig ist. Am häufigsten erfolgt die Continuitätstrennung in der Demarkationsperiode und im Demarkationsgebiete, etwa im Verlaufe des 2. Monates nach dem Auftreten der Osteomyelitis. Die günstigsten Bedingungen hiefür sind natürlich da gegeben, wo die Necrose eine totale, durch die ganze Dicke und Cirkumferenz des Knochens hindurchgehende ist und die periostale Knochenneubildung unvollständig oder gar nicht erfolgt. Denn, wie neuerdings wieder F. Busch bestimmt gezeigt hat, erlischt in der Regel die knochenbildende Fähigkeit des Periostes und bleibt also der continuirliche knöcherne Ersatz an denjenigen Stellen aus, an denen das Periost durch Eiterung abgelöst ist und die Necrose die äussersten Schichten der Knochenrinde trifft. Bei Total-Necrosen tritt daher in der Regel, eigentlich ohne äussere Gewalt, mit dem Abschlusse der Demarkation eine Trennung der Continuität ein.

Einen recht typischen Fall dieser Art beobachtete Helferich bei einem 6jährigen Knaben, der im Gefolge einer akuten Osteomyelitis an einer Totalnecrose des unteren Femurendes litt. 2 Monate nach dem Beginne der Erkrankung erfolgte bei Lösung des Sequesters eine Spontanfractur ohne jedes Trauma, während das Glied sogar auf einer Schiene gelagert war. Bei der Sequestrotomie fand sich ein 11 cm langer Sequester, welcher grösstentheils der ganzen Cirkum-

ferenz des Femur entsprach, so dass nach dessen Extraktion fast in derselben Länge jeder Knochen fehlte, da gar keine Lade vorhanden war.

In anderen Fällen, wenn die Necrose den grösseren Theil der Dicke des Knochens einnimmt, genügt als Gelegenheitsursache eine geringfügige äussere Gewalt, etwa ein Wechsel der Lage im Bette oder ein Versuch das Glied zu bewegen, um den stehengebliebenen schwachen Pfeiler des lebenden Knochens zu zerbrechen. Letzterer bricht um so leichter, als er durch den Demarkationsprocess noch eine Strecke weit rareficirt ist.

§. 29. Nur äusserst selten wird ausser dem lebenden Knochenpfeiler zugleich auch der Sequester fracturirt, wie das in einem aus der v. Langenbeck'schen Klinik (von E. Pfeifer) mitgetheilten Falle von osteomyelitischer Necrose des Humerus beobachtet wurde. Ebenso gehört es zu den grössten Ausnahmen, dass der noch nicht gelöste totale Sequester allein fracturirt wird; es setzt diess nämlich voraus, dass vor dem Eintritt der Necrose der Knochen an einer Stelle vom Centrum aus durch den Entzündungsprocess (rareficirende Ostitis) stark verdünnt worden ist.

Ein beweisender Fall der letzteren Art ist von Bouveret mitgetheilt. Bei einem 14jährigen Mädchen trat ohne äussere Veranlassung unter äusserst heftigen lokalen und allgemeinen Erscheinungen eine akute diffuse Osteomyelitis des linken Oberschenkels mit Betheiligung des Hüft- und Kniegelenkes auf. Nach mehrfachen Incisionen, bei denen reichliche Mengen Eiter entleert und eine ausgedehnte Entblössung des Femur constatirt wurde, traten die Erscheinungen einer Continuitätstrennung im mittleren Drittheil ein. Der Tod erfolgte durch erschöpfende Eiterung. Bei der Autopsie fand sich Necrose der ganzen Femurdiaphyse, das Periost grösstentheils abgelöst und in ulcerösem Zerfall und nur geringe Spuren von periostaler Knochenneubildung. Der Sequester war in seiner Mitte vollkommen getrennt, die Markröhre in ihrer ganzen Länge stark erweitert, am meisten an der Bruchstelle. Ausserdem Vereiterung des Hüftgelenkes, Ablösung des nekrotischen Schenkelkopfes.

§. 30. Endlich kommen aber auch im späteren Verlaufe, nach vollendeter Demarkation und Lösung des Sequesters Fracturen der Todtenlade (Sequestralkapsel) vor.

Verhältnissmässig selten bricht die Todtenlade, so lange der Sequester noch in dieselbe eingeschlossen ist. Die Schuld hieran trägt eine mangelhafte Knochenregeneration, so dass die Calluslade nur eine geringe Mächtigkeit und Widerstandsfähigkeit besitzt. In 2 derartigen Fällen sah ich in Folge ganz geringfügiger Gewalt eine Fractur des Femur und des Humerus bei lange bestehender Necrose. Ebenso beobachtete Billroth bei einem 11jährigen Knaben, der seit dem 2. Lebensjahre an Necrose des unteren Endes des Femur litt, nach leichter Gewaltwirkung eine Fractur der Sequestralkapsel. Eine recht interessante Beobachtung einer mit Hautwunde complicirten Fractur der Todtenlade ist von Markoe mitgetheilt.

Ein kräftiger, übrigens ganz gesunder Mann von 30 Jahren litt an einer Necrose des linken Humerus; ein grosser Sequester lag lose in der Sequestralhöhle in der Mitte der Diaphyse. Beim Heben eines schweren Gegenstandes erfolgte plötzlich ein Bruch des Oberarmes mitten durch die Todtenlade hindurch, wobei das eine Fragment die Weichtheile nach aussen perforirte. Zwischen den Fragmenten in der weiten Sequestralhöhle konnte der Sequester, welcher selbst nicht fracturirt war, gesehen und gefühlt werden. Letzterer konnte leicht extrahirt werden; hierauf Reposition der Fragmente und Contentivverband. Es erfolgte rasche Heilung mit vollständiger Gebrauchsfähigkeit des Armes.

§. 31. Häufiger kommt es vor, dass die neue Knochenlade nach einer frühzeitigen (spontanen oder künstlichen) Entfernung des Sequesters eine Biegung, Infraction oder Fractur erleidet, je nachdem dieselbe noch aus jungem, spongiösem, weichem Knochengewebe oder bereits aus harter compakter Substanz besteht. Volkmann erwähnt mehrere derartige Fälle, König sah in einem Falle von Necrose des Femur nach der Extraktion des Sequesters in der 9. Woche eine Fractur der Calluslade und Blasius beobachtete 2 Fälle, in denen eine so starke winkelförmige Knickung zurückblieb, dass die Amputation des Gliedes nothwendig wurde.

Der eine Fall von Blasius betraf eine Totalnecrose der Diaphyse des Femur in Folge spontaner akuter Osteomyelitis bei einem 19jährigen Menschen. Nach der spontanen Ausstossung eines 6 Zoll langen Stückes der Diaphyse trat eine Knickung der Knochenlade in der Richtung nach vor- und aufwärts mit gleichzeitiger Drehung des unteren Endes um die Längsachse ein, so dass „der im Kniegelenk winklig anchylosirte Unterschenkel quer über den rechten Oberschenkel fortlag und sogar die Benützung einer Krücke unmöglich machte". — In dem anderen Falle von Blasius erfolgte eine Spontanfractur der Tibia im Gefolge von Necrose, welche mit einer derartigen winkelförmigen Knickung heilte, dass das Glied wegen der Gebrauchsstörung amputirt werden musste.

3. Knochenbrüchigkeit in Folge von akuter Osteomyelitis mit Ausgang in Knochenabscess.

§. 32. Wir haben bisher die akute Osteomyelitis nur auf dem Wege consekutiver Necrose zu Spontanfracturen führen sehen. Das ist jedoch nicht, wie man annimmt, der einzige Weg, sondern es kommen auch, wenngleich viel seltener, osteomyelitische Fracturen ohne Necrose vor. In den mir bekannten Fällen dieser Art, welche allerdings zum Theil falsch gedeutet worden sind, handelt es sich um diejenige Form der akuten Osteomyelitis, welche zur Bildung centraler Knochenabscesse führt. Die eitrige Markentzündung leitet eine rareficirende Ostitis mit ausgesprochen destruirendem Charakter ein, welche die knöcherne Wandung der Markhöhle vom Centrum gegen die Peripherie zerstört, während die Regeneration von Seiten des Periostes ausbleibt. Dringt der Process bis an oder durch die peripheren Schichten der Rinde vor, so erklärt es sich, dass zuweilen ohne bekannte Veranlassung vollständige Continuitätstrennungen erfolgen können. Kommt es hiebei zu reichlicher Eiterbildung und Durchbruch nach aussen, so dringt die Sonde an der Bruchstelle auf eine rauhe, unregelmässig zerfressene, poröse Knochenstelle, woraus sich die Verwechslung mit Caries erklärt (wie in einem Falle von osteomyelitischer Fractur des Femur aus der Linhart'schen Klinik). In seltenen Fällen ist dagegen die Eiterbildung gering und bleibt der Aufbruch nach aussen ganz aus (s. u. den von Claussen mitgetheilten Fall aus der Esmarch'schen Klinik). Es scheint sogar, dass selbst noch mehrere Jahre nach der vorausgegangenen akuten Osteomyelitis im Gefolge des consekutiven Knochenabscesses Spontanfracturen eintreten können, wie beispielsweise in einem von Windscheid beobachteten Falle, in welchem 6 Jahre nach einer akuten Osteomyelitis des Femur eine Spontanfractur desselben beobachtet wurde, deren Ursache in einem centralen Knochenabscess gefunden wurde.

Wesentlich für die Charakteristik dieser Fälle ist jedenfalls der

Umstand, dass es nicht zur ausgedehnten Necrose kommt, wenn auch minimale Sequester in den Granulationen in- und ausserhalb des Knochens sich eingeschlossen finden; denn so allein erklären sich die Fälle von osteomyelitischen Spontanfracturen, welche ohne Ausstossung eines erheblichen Sequesters zur Heilung oder Pseudarthrosenbildung gelangt sind. Beachtenswerth ist ferner, dass der Process häufig in den Diaphysenenden in der Nähe der Epiphysengrenze seinen Sitz hat, so dass leicht Verwechslungen mit entzündlichen Epiphysenlösungen eintreten. Cartaz und R. Petit haben mehrere Fälle mitgetheilt, in denen auf diesem Wege gleichzeitig mehrere Spontantrennungen entstanden sind, jedoch so, dass stets eine Partie des Diaphysenendes noch an der Epiphyse haftete.

Zum Beweise mögen folgende vier Beispiele dienen.

Der 1. Fall (aus der Volkmann'schen Klinik von O. Volkmann mitgetheilt) betrifft ein 14jähriges Mädchen, welches von einer akuten Osteomyelitis des linken Femur unter den schwersten Allgemeinerscheinungen befallen wurde. Im 5. Monate erfolgte beim Heben der Patientin aus dem Bette behufs Umlagerung plötzlich eine Fractur des Oberschenkels. Nach einigen Monaten Tod an Pyämie. Bei der Autopsie fanden sich „nur einzelne kleine nekrotische Knochenpartikelchen, nirgends ein grösserer Sequester. Dagegen war der Knochen in der ganzen Umgebung der Fractur sehr porös und erweicht".

In dem 2. Falle (aus der Klinik von Verneuil) trat bei einem 15jährigen Menschen in Folge akuter Osteomyelitis des unteren Endes des linken Oberschenkels eine Spontanfractur im unteren Drittheil ein. Tod nach 7 Wochen an Pyämie. Bei der Autopsie fand sich in der Umgebung der Bruchstelle eine Vereiterung der spongiösen Substanz, welche theilweise vollständig resorbirt und mit Eiterheerden durchsetzt war. Knorpelfuge und Periost intakt.

Der 3. Fall (aus der Klinik von Esmarch) betraf ein 7jähriges Mädchen, welches von einer spontanen akuten Osteomyelitis des linken Oberschenkels ohne Aufbruch befallen wurde. Nachdem die Erkrankung bald in ein chronisches Stadium übergetreten war, erfolgte etwa im 3. Monate beim ruhigen Sitzen auf der Erde eine Fractur des unteren Endes des Femur. Nach Ablauf einiger Monate wurde wegen Exacerbation der entzündlichen Erscheinungen mit Fieber die Amputation des Oberschenkels vorgenommen. An dem amputirten Gliede zeigte sich das untere Ende des Oberschenkels von dichten, eitrig infiltrirten Granulationen umgeben, in welche eine Anzahl kleiner Sequester eingeschlossen war; beide Fragmentenden durch Granulationen getrennt, an der hinteren Fläche rauh, ausgehöhlt, mit Granulationen bedeckt; beginnende Abschleifung der Fragmente und Pseudarthrosenbildung.

Ebenso beobachtete Walsh eine Spontanfractur des Femur bei einem 46jährigen Mann; die Markhöhle war 2 Zoll lang in jedem Fragmente ausserordentlich erweitert, die compakte Substanz entsprechend verdünnt, ein Sequester nicht vorhanden.

4. Knochenbrüchigkeit in Folge von Caries.

§. 33. Ausserordentlich selten gibt die Caries Veranlassung zu Spontanfracturen. Denn gewöhnlich tritt sie nur in beschränkter Ausdehnung und fast nur in der spongiösen Substanz der kurzen Knochen und der Gelenkenden der Röhrenknochen auf, welche überhaupt zu Fracturen weniger disponiren. An der Diaphyse der langen Röhrenknochen greift dieselbe aber selten so tief, dass hiedurch die Continuität gefährdet wird, und überdiess bleibt in der Regel eine Knochenneubildung von Seiten des Periostes nicht aus. Fehlt dagegen letztere und erreicht namentlich die entzündliche Osteoporose in der weiteren Umgebung des cariösen Heerdes höhere Grade, so kann der Knochen

ausserordentlich brüchig werden, wie man sich oft genug bei Operationen wegen Caries überzeugen kann.

Relativ am häufigsten scheinen die Spontanfracturen bei Caries an den Rippen zu sein, von welchen ich selbst einen Fall beobachtete und Billroth 2 Beobachtungen anführt. Ferner bei Caries an den kleinen Röhrenknochen des Metacarpus und Metatarsus. An der Tibia sah Billroth in Folge einer „ganz atonischen Caries", durch welche der Knochen an einer Stelle ganz durchgefressen war, Spontanfractur eintreten. Küster beobachtete eine Spontanfractur des Oberschenkels bei einem 43jährigen Manne, welcher seit seinem 16. Lebensjahre an einer Affektion des Knochens mit abwechselndem Aufbruch und Verheilung zahlreicher Fisteln litt; die Autopsie der Bruchstelle ergab ausgedehnte Caries der unteren Hälfte des Femur, welcher wahrscheinlich Necrose mit Ausstossung eines Sequesters vorausgegangen war. Wiederholt ist endlich auch schon das Abbrechen des Dens epistrophei in Folge von Caries beobachtet worden, welche zu raschem Tode durch Compression der Medulla oblongata führt. Ich habe 2 solche Fälle innerhalb der letzten Jahre in der Tübinger Klinik zu beobachten Gelegenheit gehabt.

5. Knochenbrüchigkeit in Folge von Rachitis.

§. 34. Die Rachitis ist für das Kindesalter zweifellos die häufigste prädisponirende Ursache von Infractionen und Fracturen und bedingt überhaupt zu einem erheblichen Theile die Häufigkeit der Knochenbrüche in diesem Lebensalter. Denn nach den Beobachtungen von Guersant am Kinderhospital in Paris kommen etwa $\frac{1}{3}$ sämmtlicher Fracturen bei Kindern auf rachitische, und überdiess ist in Anschlag zu bringen, dass von den Infractionen manche übersehen, viele wenigstens nicht Gegenstand der Behandlung werden.

Die Ursache dieser Prädisposition ergibt sich unmittelbar aus der abnormen Struktur und chemischen Zusammensetzung des rachitischen Knochens. Denn das Wesen des rachitischen Processes besteht bekanntlich in einer abnormen Wucherung des Intermediärknorpels und des Periostes und Produktion eines unvollständig verkalkten, weichen, osteoiden Gewebes an Stelle normaler Knochensubstanz, während zugleich die normale Resorption von der Markhöhle aus fortdauernd von Statten geht und daher die alte compakte Rinde immer dünner wird. Sollten sich die Angaben von Strelzoff[1]) bestätigen, so würde sich die geringere Widerstandsfähigkeit rachitischer Knochen noch weiter daraus erklären, dass gleichzeitig eine tiefgreifende Störung der normalen Architektur, eine veränderte Anordnung der Knochenbälkchen vorhanden ist, welche den statischen Bedingungen nicht entspricht.

In jener Eigenthümlichkeit der rachitischen Knochen ist es ferner begründet, dass, so lange der Process florirt, unvollständige Brüche (Knickbrüche, Infractionen) sich häufiger ereignen als vollständige. Unter ersteren versteht man solche Brüche, bei denen nur die eine Wand der Knochenröhre gebrochen, die andere gebogen ist. Wenn nämlich das verdickte Periost und die weichen osteoiden Schichten in ziemlich dicker Lage die dünne Schichte compakter Substanz überdecken, so erfolgt

[1]) Centralbl. für die med. Wissensch. 1873, S. 272.

die gröbere Continuitätstrennung nur an letzterer, während die jungen äusseren Lagen vermöge ihrer unvollkommenen Verkalkung sich leichter dehnen und zusammenschieben. Hiebei erfolgt der Bruch gewöhnlich nur an der conkaven Seite; die Bruchenden ragen dann unter Zertrümmerung des Markes in die Markhöhle hinein und können sogar die gegenüberliegende Knochenwand erreichen. Hie und da mag auch die Trennung durch den ganzen Umfang der inneren compakten Röhre hindurchgehen, während die weiche Rinde an der convexen Seite der Knickung nur gedehnt, an der conkaven blos eingebogen wird.

Sehr häufig entstehen diese Brüche durch die geringfügigsten äusseren Gewalten, zuweilen nur durch unsanftes Aufheben des Kindes, durch Zug am Arme, oft durch das blosse Körpergewicht, oft beim Umfallen auf ebener Erde, was sich zufolge der Schwäche der Muskulatur und Unbehülflichkeit der Kinder besonders häufig ereignet.

Demgemäss ist der Sitz der Infractionen am häufigsten an der unteren Extremität, namentlich am Unterschenkel, ferner am Vorderarme, dem Schlüsselbeine, den Rippen und dem Oberarme. Bei der Gleichartigkeit der Entstehungsweise beobachtet man denn auch an den einzelnen Knochen typische Stellen und Richtungen der winkelförmigen Knickung, nämlich am Unterschenkel meist im unteren Drittheil mit dem Scheitel des Winkels nach aussen, seltener nach vorne oder innen, am Oberschenkel nach aussen, am Vorderarme nach aussen, am Oberarme nach innen. Nicht selten erfolgen aber auch innerhalb kurzer Zeit mehrfache oder sogar zahlreiche Brüche, entweder an verschiedenen Knochen oder an einem und demselben Knochen, so dass derselbe dann die auffälligsten Difformitäten aufweisen kann.

Was den Heilungsverlauf dieser rachitischen Infractionen betrifft, so ist bemerkenswerth, dass unter Umständen lange Zeit hindurch gar keine oder nur geringe Bildung von Callus eintritt, wenn sich nämlich der rachitische Process auf der Höhe befindet und eine bedeutende Intensität erreicht. Dagegen erfolgt die Callusbildung in der gewöhnlichen Zeit, wenn auch die Ossifikation wieder in normaler Weise vor sich geht. Ebenso ist es leicht begreiflich, dass der Callus auf der Höhe des rachitischen Processes dasselbe Verhalten zeigt, wie die osteoide Periostschichte, während er im Stadium der Ausheilung sich von dem normalen Callus nicht unterscheidet. Seine Ablagerung findet nur an der Seite des Bruches, also in der Conkavität der Knickung statt, und zwar oft so reichlich, dass hiedurch der Knickungswinkel mehr oder weniger vollständig ausgeglichen wird.

Im Gegensatze zu den erwähnten Infractionen kommen vollständige Fracturen bei Rachitis häufiger im Beginne und während der Ausheilung des Processes vor. Denn diese erfordern eine gewisse Dicke und Sprödigkeit der normalen Rinde. Sie haben am häufigsten ihren Sitz am Femur und Humerus und setzen unter allen Umständen eine heftigere Gewalteinwirkung voraus. Gewöhnlich ist auch bei diesen vollständigen Brüchen das Periost nicht zerrissen, so dass die Fragmente sich nicht erheblich dislociren.

Im Allgemeinen erlischt die rachitische Prädisposition zu Knochenbrüchen in dem Maasse, als die Ausheilung des Processes fortschreitet, ja sie macht sogar schliesslich einer grösseren Bruchsicherheit als bei normalen Knochen Platz, da der rachitische Process mit einer unge-

wöhnlichen Zunahme der Festigkeit und Dichtigkeit der Knochen (rachitischer Sklerose oder Eburneation) abschliesst.

6. Knochenbrüchigkeit in Folge von Osteomalacie.

§. 35. Unter dem Namen Osteomalacie wurden früher bekanntlich fast alle Zustände zusammengeworfen, welche mit einer verminderten Consistenz und Resistenz des Knochengewebes einhergehen und theils eine abnorme Biegsamkeit theils Brüchigkeit der Knochen im Gefolge haben. Nachdem später namentlich die Rachitis („Osteomalacie der Kinder"), die senile und neurotische Form der Knochenatrophie sowie die diffusse krebsige Infiltration der Knochen (Osteomalacia carcinomatosa Förster, s. u. S. 42) abgesondert worden sind, pflegt man jetzt den Begriff der Osteomalacie auf die seltenen Formen der Knochenerweichung einzuschränken, welche nur bei ausgewachsenen Individuen, namentlich Weibern vorkommt und eine diffuse Ausbreitung über grössere Skelettabschnitte sowie einen ausgesprochen progressiven Charakter zeigt.

Ist auch das Wesen der zu Grunde liegenden Störung noch nicht endgültig aufgeklärt, mag sie nun als ein rein passiver Decalcinationsprocess oder wohl mit mehr Recht als ein wesentlich aktiver entzündlicher Vorgang (Volkmann) gedeutet werden, so bestehen jedenfalls die charakteristischen Veränderungen darin, dass an die Stelle des fertigen Knochengewebes kalkfreies osteoides Gewebe tritt und letzteres wieder durch das wuchernde Mark ersetzt wird. Die schliessliche Wirkung ist die, dass die compakte Rindensubstanz verdünnt und in ein grobzelliges spongiöses Gewebe aufgelockert wird und dem entsprechend die Markhöhle und die Markräume sich erweitern, bis schliesslich nur ein papierdünner Knochencylinder oder blos ein mit Mark gefüllter Periostschlauch zurückbleibt.

Im Gegensatze zu der excentrischen Knochenatrophie, welche nur Knochenbrüchigkeit erzeugt, ist bei der Osteomalacie das eigentlich Charakteristische die Weichheit und Biegsamkeit der Knochen, welche einfache Verbiegungen der mannigfaltigsten Art zu Stande kommen lässt. Daneben kommen aber auch, so lange die compakte Substanz noch eine gewisse Sprödigkeit besitzt, Infractionen und Fracturen in Folge von Traumen leichtester Art zu Stande. Namentlich bei der am meisten typischen Form der Osteomalacie, welche im Zusammenhange mit der Gravidität und dem Puerperium steht und sich vom Becken aus über das ganze Skelett verbreiten kann, sind oft zahllose Infractionen und Fracturen beobachtet worden. Sie haben am häufigsten ihren Sitz an den Rippen und an den Extremitätenknochen und pflegen ohne besondere Schwierigkeit wie bei gesunden Individuen durch knöchernen Callus zu consolidiren.

Hinsichtlich des übrigen Details ist auf den Abschnitt dieses Werkes über Knochenkrankheiten zu verweisen. Nur ein Punkt verdient noch erwähnt zu werden, dass nämlich in den meisten Darstellungen der Osteomalacie (auch in der neuesten Arbeit von Senator) nur die auf zahlreiche Skelettabschnitte ausgebreitete Erweichung als wahre Osteomalacie anerkannt wird. Bei einer Durchsicht der Casuistik der Spontanfracturen findet man nun aber hin und wieder Fälle, in

denen die Erweichung nur auf einen einzelnen Extremitätenknochen oder eine umschriebene Partie desselben beschränkt war, gleichwohl aber die hiedurch veranlasste Continuitätstrennung und der anatomische Befund sich in Nichts von dem Bilde der Osteomalacie unterscheiden. Es erscheint daher gerechtfertigt, so lange der Begriff der Osteomalacie nicht schärfer abgegrenzt ist, solche Fälle partieller oder lokaler Osteomalacie einstweilen hier anzureihen.

Beispielsweise beobachtete Paddock bei einer 59jährigen Frau, welche seit einem halben Jahre an heftigen Schmerzen im linken Oberschenkel gelitten hatte, eine spontane Continuitätstrennung im Schafte desselben. Nachdem einige Wochen später der Tod an Erschöpfung eingetreten war, fand sich bei der Untersuchung ein 2 Zoll langer Abschnitt des Femur vollkommen verschwunden, so dass zwischen beiden Fragmenten nur das Periost und eine weiche fibröse Substanz mit wenig Knochenplättchen zurückgeblieben war. Keine Spur von Entzündung und Eiterung. Die beiden Enden des Femur zeigten sich einige Zoll entfernt von der Trennung vollkommen normal, nur das Mark hyperämisch.

Auch die neuerdings in mehreren Fällen beobachtete cirkumskripte entzündliche Erweichung von Röhrenknochen, welche den Namen spontane Malacie (Volkmann) oder Ostitis deformans (Czerny) erhalten hat, mag hier Erwähnung finden, da sie gelegentlich zu einer Spontanfractur Veranlassung geben kann. Ist auch der Zusammenhang dieser Affektion mit Osteomalacie zweifelhaft und wohl eher an eine rareficirende Ostitis zu denken, so ist doch ein bestimmter Ausspruch über das Wesen des Processes unmöglich, so lange es an eingehender anatomischer Untersuchung fehlt. Die bisher vorliegenden Beobachtungen (Scoutetten, Mosetig, Weinlechner, Czerny, B. Schmidt, Volkmann, Neill, Adams, Paget) betreffen fast sämmtlich den Unterschenkel oder gleichzeitig beide Unterschenkel und haben das Gemeinsame, dass bei ausgewachsenen Individuen unter zeitweisen Schmerzen allmälig durch die Last des Körpergewichtes eine Verbiegung des Unterschenkels eintritt, der sich bei der Untersuchung biegsam oder federnd erweist. Auch in einem weiteren Falle, den ich vor Kurzem auf der Tübinger Klinik zu beobachten Gelegenheit hatte, hatte die Erweichung und Verbiegung ihren Sitz symmetrisch an der oberen Hälfte beider Unterschenkel. — Bei der Untersuchung fand Volkmann, dass die compakte Substanz der Diaphyse fehlte und in feine Spongiosa umgewandelt war.

7. Knochenbrüchigkeit in Folge von Sarcomen und Carcinomen der Knochen.

§. 36. Unter den Knochengeschwülsten sind es am häufigsten die Osteosarcome und Osteocarcinome, welche Veranlassung zur Entstehung von Spontanfracturen geben. Mögen dieselben einen peripheren oder centralen Ursprung nehmen, so wird der Knochen in grösserer oder geringerer Ausdehnung durch die wuchernde Neubildung zerstört und geht oft eine Strecke weit ganz oder grösstentheils verloren, so dass vielleicht nur durch die gleichzeitige Knochenneubildung die Continuität noch einigermassen erhalten bleibt. Die Trennung der letzteren erfolgt dann bald plötzlich unter den Erscheinungen einer Fractur in Folge geringfügiger Veranlassung bald ganz allmälig, so dass sie vielleicht erst später zufällig aus der Dislokation entdeckt wird. Jedenfalls tritt in der Mehrzahl der Fälle die Geschwulstbildung entschieden in den Vordergrund, so dass die Continuitätstrennung eigentlich nur als ein wenig erhebliches Accidens zu betrachten ist. Andererseits kommen aber doch oft genug Fälle vor, in denen erst die eingetretene Spontanfractur auf die Vermuthung einer Knochengeschwulst hinweist und somit von grossem diagnostischem Werthe ist.

Sehen wir von einer genauen Sonderung der Sarcome und Car-

cinome der Knochen ab — die Casuistik spiegelt in ihrer Nomenklatur den mannigfaltigen Wechsel ab, welcher in den Anschauungen und der Bezeichnungsweise dieser Neubildungen stattgefunden hat —, so sind die primären und die sekundären (metastatischen) Geschwülste zu unterscheiden, welche beide wieder entweder als umschriebene Tumoren oder als diffuse Markinfiltrationen auftreten.

§. 37. Was zunächst die erstere Art, die primären Sarcome der langen Röhrenknochen betrifft, so entnehmen wir den genauen Angaben von Gross (über eine Gesammtzahl von 165 Fällen) folgende Einzelheiten, welche uns hier interessiren. Sie haben ihren Sitz häufiger an der unteren als oberen Extremität, und zwar in absteigender Reihenfolge am Femur (40%), der Tibia (28%), dem Humerus (15%). Unterscheidet man die centralen (myelogenen) und die periostalen Sarcome, so überwiegen die ersteren (59%), deren Prädilektionssitz die Epiphysen der langen Röhrenknochen bilden. Sie führen weit häufiger zu Spontanfracturen, nämlich in 20% der Fälle, wozu namentlich die Rundzellen- und Spindelzellen-Sarcome eine grössere Neigung zeigen als die Riesenzellen-Sarcome. Die periostalen Sarcome dagegen, welche etwas häufiger am Schafte als an den Epiphysen der langen Knochen sitzen, führen selten zu Spontanfracturen, nämlich nur in 5% der Fälle; von den einzelnen Formen derselben sind es auch hier wieder die Spindelzellen-Sarcome, welche hiezu die grösste Neigung zeigen.

Die Continuitätstrennung erfolgt in diesen Fällen gewöhnlich erst dann, wenn bereits eine äusserlich wahrnehmbare Geschwulst an derselben Stelle vorhanden ist. Daher unterliegt auch die Diagnose keinen Schwierigkeiten, wenn es sich nicht etwa um einen sehr tiefliegenden Knochentheil, wie z. B. das obere Ende des Femur handelt. Einen derartigen diagnostisch interessanten Fall von Spontanfractur des Schenkelhalses in Folge von „primärem Krebs“ desselben hat Volkmann mitgetheilt; derselbe bot das Bild einer Coxitis mit Spontanluxation.

Sehr viel schwieriger gestaltet sich dagegen die Diagnose bei denjenigen Spontanfracturen, welche durch die seltene Form der „primären diffusen Krebsinfiltration des Markgewebes“ veranlasst werden. Dieselbe geht am häufigsten von der Wirbelsäule aus und breitet sich weiterhin namentlich auf die Rumpfknochen, zuweilen fast über das ganze Skelett aus; durch die diffuse Infiltration der spongiösen Knochensubstanz werden allmälig die betreffenden Knochen, ohne dass es zu einer eigentlichen Geschwulstbildung kommt, durch die Neubildung substituirt, so dass ganz unter dem Bilde der Osteomalacie („Osteomalacia carcinomatosa“) mannigfaltige Verbiegungen, Knickungen und Brüche entstehen. So entwickelt sich beispielsweise an der am häufigsten ergriffenen Wirbelsäule, nachdem in der Regel neuralgische Schmerzen in den austretenden Nervenstämmen vorausgegangen sind, entweder allmälig oder plötzlich unter dem Bilde der Fractur eine Kyphose mit consekutiver Paraplegie.

§. 38. Am häufigsten jedoch werden Spontanfracturen bei den sekundären (metastatischen) Carcinomen der Knochen beobachtet, welche sich an primäre Weichtheilcarcinome anschliessen. Bei einer Zusammenstellung von 71 solchen Fällen aus der Literatur fand ich,

dass der primäre Sitz des Carcinoms, von dem die Metastasen ausgingen, in 59 Fällen die Brustdrüse war, während die übrigen sich vereinzelt theils auf äussere (Fusssohle, Achselhöhle u. s. f.), theils innere Weichtheile (Leber, Magen, Uterus u. s. f.) vertheilen. Diese ausserordentliche Prävalenz des Mammacarcinoms, welche in seiner Frequenz selbst nicht begründet ist — nach der Gurlt'schen Statistik kommen in erster Reihe die Carcinome des Uterus und der Vagina (30%), dann die der Mamma (13%) und des Magens (9%) — erklärt sich vielleicht, wie auch Cornil meint, daraus, dass dasselbe erst später als die Carcinome innerer Organe durch Kachexie zum Tode führt. Die Metastase und Spontanfractur hatte ihren Sitz 34mal im Oberschenkel, 20mal in der Wirbelsäule, 3mal in beiden zusammen, 11mal im Oberarm, 1mal im Oberarm und der Wirbelsäule, 1mal im Oberarm und in beiden Oberschenkeln, 1mal im Schlüsselbein. Von den Extremitätenknochen überwiegt demnach ganz entschieden der Oberschenkel, von den Rumpfknochen die Wirbelsäule, welche letztere wohl jedenfalls noch häufiger als oben angegeben, Sitz von Metastasen ist, da letztere seltener unter dem Bilde der Fractur in die Erscheinung treten.

In der Mehrzahl dieser Fälle geht an der Bruchstelle keine grössere, äusserlich hervortretende Geschwulstbildung voraus, da die Krebsmetastasen gewöhnlich in zahlreichen centralen Heerden auftreten, zuweilen sogar in diffuser infiltrirter Form. Die Diagnose lässt sich dann natürlich nur mit Rücksicht auf das primäre Weichtheilcarcinom richtig stellen, sobald eben bei notorischen Krebskranken durch geringfügige Veranlassung Knochenbrüche entstehen.

Ein ausgezeichnetes Beispiel multipler Spontanfracturen in Folge sekundärer krebsiger Osteomalacie hat Thomsen aus dem Hospitale in Altona mitgetheilt. Bei einer Frau in den vierziger Jahren, welche an Carcinom der Mamma litt, stellten sich 7 Jahre nach dem Beginne desselben Erscheinungen von Metastasen in zahlreichen Knochen ein, welche allmälig zu den hochgradigsten Difformitäten der Wirbelsäule, des Thorax und Beckens sowie zur Entstehung von 6 Spontanfracturen führten, welche ihren Sitz an beiden Oberschenkeln und dem linken Oberarme hatten. Die Autopsie ergab diffuse Carcinose fast des ganzen Skeletts sowie Metastasen in Leber und Milz.

Sind nun aber alle Spontanfracturen bei Krebskranken durch lokale Krebsmetastasen bedingt? Bekanntlich wurde früher angenommen, dieselben seien eine Folge der als Theilerscheinung der Krebskachexie sich entwickelnden Atrophie des Knochensystemes, bis Malgaigne sie in der Mehrzahl von der krebsigen Degeneration ableitete und namentlich Förster letztere als alleinige Ursache der Knochenbrüchigkeit gelten liess. Heutzutage ist die Entscheidung unserer Frage wohl dahin zu geben, dass zweifellos in den meisten Fällen von Knochenbrüchigkeit bei Krebskranken dieselbe auf Geschwulstmetastasen im Knochen selbst beruht, dass jedoch auch in einzelnen Fällen eine Knochenatrophie in Folge der Krebskachexie und des höheren Alters vorkommen mag, welche aber äusserst selten so hohe Grade erreicht, dass sie eigentliche spontane Fracturen veranlasst.

Als Beispiel hiefür wird aus der Literatur gewöhnlich die Beobachtung von Rumpelt citirt. Eine 60jährige Frau, welche seit 4 Jahren an Induration beider Brustdrüsen litt, hatte sich im Schlafe beim Anziehen der Beine eine Doppelfractur des rechten Oberschenkels zugezogen. Bei der kurze Zeit darauf vorge-

nommenen Sektion fanden sich ausserdem sämmtliche wahren Rippen frakturirt, jedoch keine Spur von Krebsablagerung im Knochensysteme. Auch Malgaigne fand bei einer Frau mit Brustkrebs, welche von ihm operirt und an Recidiv gestorben war, eine ausserordentliche Verdünnung und Brüchigkeit der Rippen derselben Seite ohne krebsige Degeneration, während sämmtliche übrigen Skelett-theile durchaus normal waren. Ebenso fand Verneuil bei der Sektion einer 35jährigen Frau mit Brustkrebs und Spontanfractur des Femur nur eine Verdünnung des Knochens an der Bruchstelle, aber keine krebsige Entartung.

Endlich können auch Spontanfracturen im Gefolge von Weichtheilcarcinomen in der Art herbeigeführt werden, dass letztere in den unmittelbar anliegenden Knochentheil continuirlich hineinwachsen und denselben Schritt für Schritt zerstören. In dieser Weise beobachtete ich eine spontane Trennung des Unterkiefers in seinem Mittelstücke nach primärem Carcinom der Unterlippe und des Kinnes, desgleichen Volkmann eine solche des Unterschenkels nach Uebergreifen eines krebsigen Hautgeschwüres und Leyden eine solche der Wirbelsäule durch continuirliches Uebergreifen eines Carcinoms der Speiseröhre. Auch bei Mammacarcinomen kommt bekanntlich ein solches Uebergreifen der Neubildung auf die unterliegenden Rippen vor.

§. 39. Zum Schlusse ist noch der Verlauf der Spontanfracturen bei Krebskranken zu berücksichtigen. In der Regel kommt keine Consolidation derselben zu Stande, zum Theil schon aus dem Grunde, weil häufig nach kürzerer Zeit der Tod an Kachexie und Metastasen in den Eingeweiden erfolgt, zum Theil weil die Neubildung rapide Fortschritte macht und alles knochenbildende Gewebe zerstört. In einzelnen Fällen kann es jedoch auch zu einer wirklichen oder scheinbaren Consolidation der Bruchstelle kommen. Handelt es sich nämlich um einfache Knochenatrophie, so ist ja eine normale knöcherne Heilung die Regel. Handelt es sich dagegen um die Entwicklung einer Krebsgeschwulst an der Bruchstelle, so kann doch von dem Perioste aus eine genügende Menge Callus in Form von Pfeilern und Brücken producirt werden, welche von einem Fragmente zum anderen hinübergehen und beide zusammenhalten. Schreitet dann im weiteren Verlaufe die krebsige Neubildung fort, so wird auch die Callusmasse von derselben aufgezehrt und die Verbindung der Fragmente wieder gelöst.

Ich habe aus der Literatur 4 Fälle (von Rossander, H. Coote, Gosselin und Bailly) gesammelt, in denen durch die Sektion die eingetretene Consolidation nachgewiesen ist. In einem weiteren Falle von Gosselin war bei einem 46jährigen Manne durch geringen Anlass eine Fractur des Oberschenkels entstanden und nach Ablauf von 8 Wochen consolidirt, so dass nicht die geringste abnorme Beweglichkeit mehr bestand. Allein schon 10 Tage später liess sich an der Bruchstelle ein Tumor wahrnehmen, welcher rapide heranwuchs und bald stellte sich auch mehr und mehr die abnorme Beweglichkeit und Difformität an der Bruchstelle wieder her. Bei der Sektion fand sich ein centrales faustgrosses Osteosarcom, welches fast die ganze Länge der Markhöhle erfüllte und die Bruchstelle einnahm.

8. Knochenbrüchigkeit in Folge von Enchondromen und Cysten der Knochen.

§. 40. Im Vergleiche zu den besprochenen bösartigen Knochengeschwülsten geben die gutartigen ungleich seltener zu spontanen Con-

tinuitätstrennungen Veranlassung. Die spärlichen Beobachtungen in der Literatur betreffen Enchondrome und Knochencysten.

Von Spontanfracturen der langen Röhrenknochen durch Enchondrome sind einige Fälle von Gross gesammelt. Es ergibt sich, dass bei einer Unterscheidung der centralen und periostalen Enchondrome die ersteren zwar seltener vorkommen, aber die Continuität des Knochens häufiger gefährden. Denn unter 10 Fällen von centralen Enchondromen finden sich 2 mit Spontanfracturen, während unter 63 Fällen von periostalen nur 3 Fälle mit Spontanfracturen complicirt waren.

An die Enchondrome schliessen sich die äusserst seltenen Knochencysten an, welche theils solitär, theils in Form einer über das ganze Skelett verbreiteten cystoiden Entartung vorkommen und durch Verdünnung oder stellenweisen vollständigen Schwund der Knochenrinde zu Spontanfracturen Veranlassung geben. Es mag genügen, folgende ausgezeichnete Beispiele der Art anzuführen.

Körte theilte vor Kurzem aus dem Krankenhause Bethanien zu Berlin folgenden Fall mit. Eine 40jährige, äusserst abgemagerte und anämische Frau hatte sich durch Fall auf ebener Erde einen rechtsseitigen Schenkelhalsbruch und 14 Tage später beim Umdrehen im Bette denselben Bruch an der linken Seite zugezogen. Nach 3 Wochen ging Patientin an Erschöpfung zu Grunde. Bei der Sektion ergab sich an der rechten Seite ein nicht consolidirter Bruch an der Basis des Schenkelhalses, an der linken eine Infraction an derselben Stelle mit Einkeilung des Halses in den Schaft. Beiderseits findet sich an der Bruchstelle ein grösserer buchtiger Hohlraum, die Corticalis daselbst verdünnt und an einer Stelle durchbrochen. An der rechten Seite sind ausserdem noch im Schenkelkopf und grossen Trochanter isolirte Hohlräume. Die Cysten sind von einer glatten faserknorpligen Membran ohne Epithelbelag ausgekleidet, welche durch vorspringende Falten und Fäden das Innere der Cysten durchsetzt.

Nélaton beobachtete eine multilokuläre Cystenbildung in der ganzen Länge der Diaphyse des Femur, wodurch der Knochen um das 4fache aufgetrieben und so verdünnt war, dass beim Umdrehen im Bette eine Fractur entstand.

In dem bekannten Froriep'schen Falle von Cystenbildung fast in allen Theilen des Skeletts war kurz vor dem Tode der Patientin durch einen leichten Fehltritt eine Fractur der Tibia erfolgt. In einer weiteren ganz ähnlichen Beobachtung von Engel, in welcher gleichfalls eine cystoide Entartung des gesammten Skeletts vorlag, erfolgten innerhalb eines halben Jahres in Folge einfacher Körperbewegungen 6 Fracturen an beiden Oberarmen und Oberschenkeln und dem rechten Vorderarme.

9. Knochenbrüchigkeit in Folge von Echinococcen der Knochen.

§. 41. Durch die Entwicklung von Echinococcen im Innern eines Knochens wird derselbe ausgehöhlt, beziehungsweise seine Markhöhle ausgeweitet und die Knochenwand bis auf eine dünne Knochenschaale verdünnt oder sogar stellenweise ganz durchbrochen. Hiedurch ist Veranlassung zur Entstehung von Spontanfracturen gegeben, von denen ich 11 Fälle bei Knochen-Echinococcen sammeln konnte (s. Literatur). Von denselben betreffen je 4 den Humerus und Femur, 2 die Tibia, 1 die Wirbelsäule.

Die Entstehung der Fracturen fällt bei der Mehrzahl der Fälle in ein frühes Stadium der Erkrankung, wo noch keine Veränderung des Knochens äusserlich wahrnehmbar war, und wurde bald durch eine ziemlich erhebliche Gewalt, bald durch eine ganz geringfügige Veranlassung bedingt, so dass man von vornherein einen pathologischen Zustand des Knochens an der Bruchstelle annehmen musste. Sicher-

gestellt wurde die Diagnose meistentheils erst bei Gelegenheit der Operation der nach der Fractur zurückbleibenden Pseudarthrose oder auch bei der Eröffnung eines an der Bruchstelle auftretenden Abscesses.

Bezüglich der Prognose dieser Spontanfracturen sei bemerkt, dass mehrmals durch erschöpfende Eiterung der Tod eintrat, mehrmals die Amputation und Exarticulation des Gliedes zur Rettung des Lebens nöthig wurde und nur in 3 Fällen Heilung mit Erhaltung des Gliedes erzielt wurde, nämlich 2mal durch Resection der Fragmente und Entfernung der Hydatiden, 1mal mittelst Durchziehen eines Setaceum, welches Ausstossung der Hydatiden durch Eiterung und Consolidation der Fractur zur Folge hatte.

10. Knochenbrüchigkeit in Folge von Syphilis.

§. 42. Während man früher von Alters her vorzugsweise die Syphilis beschuldigte, die Knochen brüchig zu machen, und dieselbe sogar als die häufigste Ursache von Spontanfracturen anzunehmen gewohnt war, liefert dagegen die Literatur der neueren Zeit hiefür keine Bestätigung, ja es unterliegt sogar heute keinem Zweifel, dass im Verhältniss zu der ausserordentlichen Häufigkeit der Syphilis spontane Fracturen im Gefolge derselben vielmehr äusserst selten sind. Die gesammte von Gurlt[1]) aus der älteren Literatur zusammengestellte Casuistik umfasst kaum 20 Fälle dieser Art, in denen bei notorisch Syphilitischen Knochenbrüche bei unbedeutenden Veranlassungen, z. B. beim Versuche, Etwas fortzuwerfen oder selbst beim blossen Aufstützen des Armes zu Stande kamen. Die Mehrzahl derselben betrifft den Humerus und die Clavicula.

Ueber die Entstehungsweise der Spontanfracturen im Gefolge der Syphilis liegen nur äusserst wenige sichere Anhaltspunkte vor, da die meisten in der Literatur bekannten Fälle aus älterer Zeit stammen und daher keine exakten pathologisch-anatomischen Untersuchungen enthalten. Man war früher der Meinung, dass die syphilitische Dyskrasie an sich eine verbreitete Brüchigkeit des Skeletts zu bewirken im Stande sei, während von anderer Seite dem Mercurialismus die Schuld hieran beigemessen wurde. Allein diese Annahme wird nach beiden Seiten hin durch die Erfahrungen der neueren Syphilidologen widerlegt; es genügt, das Zeugniss von Sigmund[2]) anzuführen, welcher ausdrücklich bestreitet, dass die Knochen Syphilitischer, seien sie mit oder ohne Quecksilber behandelt worden, leichter brechen, als die Knochen Nichtsyphilitischer und Nichtmerkurialisirter. Was speciell den Mercurialismus betrifft, so ist durch neuere Experimente (Overbeck) und klinische Beobachtungen (Kussmaul) erwiesen, dass es, abgesehen von der Kiefernecrose, gar keine merkuriellen Knochenaffektionen gibt, so dass der Mercurialismus überhaupt nicht mehr als Ursache von Spontanfracturen beschuldigt werden darf.

Dagegen ist aber die Syphilis allerdings im Stande, auf dem Wege lokaler Knochenaffektionen Brüche herbeizuführen. Unter den zur

---

[1]) Gurlt, Op. cit. S. 179.

[2]) Sigmund, Ueber Beinbrüche bei merkurialisirten Syphilitischen. Zeitschrift der Gesellsch. der Aerzte zu Wien. XVI. 1860, Nr. 28.

Knochensyphilis gehörigen Processen sind ja manche, welche mit einer sehr ausgesprochenen Rarefaktion des Knochengewebes einhergehen und sogar den Knochen stellenweise mehr oder weniger vollständig zu zerstören vermögen, wie namentlich die gummöse Periostitis, Ostitis und Osteomyelitis. Auf diese Weise lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit eine Anzahl jener älteren Beobachtungen erklären, in denen ausdrücklich erwähnt ist, dass die Bruchstelle vorher der Sitz eines Tophus, einer Exostose oder von Knochenschmerzen gewesen war.

Vollständig beweisende Fälle dieser Art, welche durch die anatomische Untersuchung beglaubigt sind, liegen nur sehr wenige vor. Es sind mir nur 2 Fälle von Spontanfracturen des Humerus durch gummöse Ostitis oder Osteomyelitis (Hutchinson, Elliot), 2 desgleichen des Schlüsselbeines (Delens, Chassaignac), sowie eine solche des Radius (R. Volkmann) bekannt geworden. Ausserdem erwähnt Holmes ein im Museum des St. Bartholomew's Hospital befindliches Präparat eines Schlüsselbeines, welches durch syphilitische Caries durchtrennt ist.

Die erwähnte Beobachtung von Volkmann betraf einen 56jährigen, seit 16 Jahren an constitutioneller Syphilis leidenden Mann, welcher beim Umdrehen im Bette einen Bruch des linken Radius erlitt. Bei der Untersuchung zeigte sich der Knochen an der Bruchstelle durch eine wahrscheinlich central vom Marke ausgegangene Gummageschwulst so zerstört, dass nur ein paar linienbreite Knochenbrücken stehen geblieben waren.

Endlich werden auch durch hereditäre Syphilis typische Spontanfracturen der Röhrenknochen veranlasst, welche bald schon vor der Geburt, bald während und nach der Geburt zu Stande kommen. Constant haben sie ihren Sitz an der Grenze der Diaphyse, in einiger Entfernung von der Knorpelfuge. Die Brüchigkeit dieser Knochenpartie beruht darauf, dass das Knochengewebe daselbst stark porotisch und mit einem gelatinösen Gewebe angefüllt ist (Parrot, Poncet, Porak, Polaillon). Diese Spontanfracturen stehen der gleichfalls durch congenitale Syphilis bedingten Form der Epiphysenlösungen nahe, welche in dem folgenden Abschnitte über spontane Epiphysenlösungen Erwähnung finden werden.

Ein recht charakteristischer Fall ist von Polaillon mitgetheilt. Von einer seit dem 2. Schwangerschaftsmonate an breiten Condylomen leidenden Frau wurde am normalen Ende der Schwangerschaft ohne Kunsthülfe ein Kind geboren, das eine Fractur beider Oberarme und beider Oberschenkel bot und nach 8 Tagen starb. Die Sektion ergab: Bruch des linken Humerus am oberen Ende, 9 mm vom Epyphysenknorpel entfernt, mit winkliger Dislokation; Bruch des rechten Humerus 11 mm vom oberen Epiphysenknorpel entfernt, ohne Zerreissung des Periostes; Querbruch des linken Femur 5 cm unterhalb des oberen Epiphysenknorpels, desgleichen des rechten Femur 11 mm unter dem Knorpel. An den Bruchstellen keine Callusbildung, nur starke Verdickung des Periostes; in der Mitte der Diaphysen osteophytische Auflagerungen, die Enden derselben ganz porotisch und mit gelatinösem Gewebe angefüllt.

11. Knochenbrüchigkeit in Folge von Skorbut.

§. 43. Während in früheren Zeiten den Beobachtern sehr wohl bekannt war, dass bei hochgradigem Skorbut häufig eine auffällige Knochenbrüchigkeit sich einstellte, ist in unserem Jahrhundert die skorbutische Erkrankung überhaupt und namentlich in ihren schweren Formen so viel seltener geworden, dass nur noch sehr spärliche Beispiele von Spontanfracturen bei Skorbutischen zur Beobachtung kommen,

In dem Berichte über die Skorbutepidemie in Paris während der Belagerung im Jahre 1870/71 von Lasègue und Legroux finden sich Veränderungen im Knochensysteme in den Sektionsberichten überhaupt nicht erwähnt. Auch Malgaigne erwähnt ausdrücklich, dass er solche in mehreren Epidemieen nicht beobachtete.

In den älteren Beobachtungen zeigt sich die lokale Wirkung des Skorbutes auf das Knochensystem theils in einer abnormen Weichheit und Brüchigkeit der ganzen Knochen, theils vorzugsweise in einer grossen Neigung zu spontaner Ablösung der Epiphysen bei jugendlichen Individuen. In neuerer Zeit sind fast ausschliesslich Abtrennungen der Rippen von ihren Knorpeln, welche ja die Stelle der Epiphysen vertreten, beobachtet worden. Die Beobachtungen lehren, dass beim Skorbut in ähnlicher Weise, wie wir es so eben für eine Form der Syphilis beschrieben haben, die Knochenaffektion ihren Sitz an den Enden der Diaphysen hat, indem daselbst die Rinde verdünnt, die spongiöse Substanz aufgelockert, weitmaschig, mit gewuchertem Marke erfüllt ist. Daneben besteht ziemlich constant eine hämorrhagische Periostitis mit Ablösung des Periostes. Solche spontane Rippenfracturen sind in neuerer Zeit ausschliesslich von russischen Aerzten (Goedechen, Lingen, Oserezkowski, Tschudnowski) beobachtet worden. Wir werden später bei der Besprechung der spontanen Epiphysenlösungen nochmals auf dieselben zurückkommen.

Goedechen beobachtete bei einem Skorbutischen an 6 Stellen Abtrennung der Rippen von ihren Knorpeln und an 5 Stellen Brüche der vorderen Enden der Rippen. Lingen sah eine Verschiebung sämmtlicher Rippen von ihren Knorpeln nach aufwärts; zwischen beiden war die Knochensubstanz weich, bröcklig, aufgelockert. Oserezkowski beobachtete in 2 Fällen, bei Soldaten von 22 und 26 Jahren, neben ausgesprochenen Erscheinungen schweren Skorbutes mehrfache Abtrennungen der Rippen. In dem einen Falle an der 3. und 5. Rippe neben Ablösung des Periostes durch Extravasat; in dem anderen Falle an der 3. bis 6. Rippe beiderseits ohne Ablösung des Periostes, jedoch mit starker Erweichung der knöchernen Rippenenden. In 2 Fällen von Tschudnowski war der Sektionsbefund identisch mit dem zuletzt erwähnten.

12. Knochenbrüchigkeit in Folge von anatomisch nicht nachgewiesenen Ursachen.

§. 44. Wir haben bisher die verschiedenen Arten von Knochenbrüchigkeit besprochen, welche als Folge bestimmter Knochenkrankheiten zu betrachten sind. Es gelingt nun aber nicht, sämmtliche zur Beobachtung kommenden Fälle von pathologischer Knochenbrüchigkeit unter jene Arten unterzubringen, vielmehr bleibt noch eine wenn auch seltene Gruppe von Fällen übrig, deren Aetiologie vollkommen dunkel ist. Sie haben das Gemeinsame, dass die Knochenbrüchigkeit die einzige bisher bekannte Erscheinung dieser Krankheit darstellt. Das Wesen der zu Grunde liegenden Ernährungsstörung des Knochengewebes ist jedoch noch völlig unaufgeklärt, da genauere histologische und chemische Untersuchungen hierüber nicht angestellt sind. Man ist somit genöthigt, diese Form der Knochenbrüchigkeit vorläufig als idiopathische zu bezeichnen.

Die Erkrankung ist in einer Anzahl von Fällen als eine angeborene beobachtet, und zuweilen erstreckte sich dieser Einfluss der

Heredität sogar durch mehrere Generationen hindurch, ohne dass jedoch weder die Eltern noch die Kinder an irgend einer anderen nachweisbaren Störung litten oder eine sonstige äusserlich wahrnehmbare Abnormität des Knochengerüstes besassen. In anderen Fällen trat die Krankheit ohne hereditäre Disposition in früher Jugend, zuweilen auch erst später auf und bestand manchmal das ganze Leben hindurch fort. Die einzige Erscheinung bestand in der oft ausserordentlich grossen Disposition zu Fracturen, welche meistens das ganze Skelett betraf, so dass bei den geringfügigsten Veranlassungen Brüche entstanden. Letztere heilten in der Regel in der gewöhnlichen Zeit, nur hie und da abnorm langsam.

Die bekannteste Beobachtung von erblicher Knochenbrüchigkeit, welche von Ekmann mitgetheilt ist, betrifft eine schwedische Familie, bei welcher durch 3 Generationen hindurch eine ausserordentliche Weichheit und Fragilität des Skeletts bestand und unzählige Verbiegungen und Fracturen beobachtet wurden. Goddard berichtet von einem 12—13jährigen Knaben, der bereits 14 Fracturen erlitten hatte und dessen Mutter 6 Fracturen des Oberschenkels sich zugezogen hatte; der Bruder der letzteren hatte bis zum Alter von 13 Jahren 13 Fracturen acquirirt.

Hamilton behandelte einen 53jährigen Mann mit 11 Fracturen und 2 Luxationen, in dessen Familie die Disposition zu Fracturen und Luxationen erblich war. Greenisch beobachtete neuerdings 2 Familien, in denen sich die abnorme Knochenbrüchigkeit durch 3 Generationen vererbte. In der einen Familie hatte der Grossvater zahlreiche Fracturen erlitten: von seinen Kindern hatten 2 Söhne die Krankheit ererbt und auf ihre sämmtlichen eigenen Kinder übertragen, während der 3. Sohn und 2 Töchter sammt ihren Nachkommen frei waren.

Blanchard beobachtete ein 12½jähriges Mädchen, welches seit dem 2. Lebensmonat im Ganzen 41 Fracturen bei den leichtesten Gewalten erlitten hatte, darunter 14 Fracturen am rechten, 11 am linken Unterschenkel. — Arnott berichtete von einem 14jährigen Mädchen, welches seit dem 3. Lebensjahre bereits 31 Fracturen erlitten hatte, worunter 9 am rechten Unterschenkel, 7 am rechten Oberschenkel. — Gibson beobachtete einen jungen Menschen von 19 Jahren, welcher 24 Fracturen, darunter 8 an den Schlüsselbeinen erlitten hatte, Fleming einen solchen von 24 Jahren, der 53 Fracturen acquirirt hatte, endlich Jones einen Mulatten mit 50 Knochenbrüchen, dessen Vetter an derselben Krankheit litt.

Anhang.

Spontane Epiphysenlösungen.

Den spontanen Fracturen reihen sich die spontanen Continuitätstrennungen der Knochen in ihren Knorpelfugen an. So lange die Epiphyse mit der Diaphyse noch durch eine Knorpelscheibe (Intermediärknorpel) verbunden ist, kann in Folge von Erkrankungen im Bereiche der letzteren der Zusammenhang beider Knochensegmente in der Art gestört werden, dass entweder ganz spontan oder bei Einwirkung geringfügiger Gewalten eine vollständige Trennung derselben eintritt.

Unsere Aufgabe an dieser Stelle ist nur die, die Ursachen der spontanen Epiphysenlösungen zu erörtern. Ihre Kenntniss ist um so wichtiger, als sie zum Theil in denselben Knochenerkrankungen begründet sind, wie die Ursachen der Spontanfracturen, so dass diagnostische Verwechslungen beider nachweislich recht häufig sind.

§. 45. Weitaus am häufigsten tritt die spontane Epiphysenlösung auf im Gefolge derselben akuten Knochenentzündungen in der Wachsthumsperiode, welche, wie wir gesehen haben, nicht ganz selten auf dem Wege der consekutiven Necrose zu Spontan- oder Pseudofracturen führt. Es ist das die spontane akute Osteomyelitis und Periostitis (primäre infektiöse Knochenmark- und Knochenhautentzündung Lücke). Gerade in den Grenzbezirken zwischen Diaphyse und Epiphyse, wo die Wachsthumsvorgänge die grösste Energie des Stoffwechsels verlangen, also in nächster Nachbarschaft der Knorpelfuge ist der Lieblingssitz dieser Entzündungsprocesse, und daher kommt es denn auch, dass dieselben gar nicht selten eine eitrige oder nekrotische Erweichung der Knorpelscheibe herbeiführen. Namentlich handelt es sich hiebei um die schwereren Formen der eitrigen Periostitis und Osteomyelitis, welche bald auf den Epiphysenbezirk lokalisirt auftreten, bald in diffuser Verbreitung von der Diaphyse auf die Epiphyse übergehen, und zwar zuweilen sogar auf beide Epiphysen desselben Knochens zugleich, wenn die Diaphyse in ihrer ganzen Länge ergriffen ist. Die abgelöste Epiphyse verfällt entweder der partiellen oder totalen Necrose oder gelangt auch zur völligen Wiederanheilung.

Dass solche entzündliche Epiphysenlösungen auch ganz ohne Eiterung verlaufen und vollkommen wie subkutane Fracturen verheilen können, beweist eine interessante Beobachtung von Israel. Bei einem 18jährigen Mädchen, welches unter dem Bilde eines akuten polyartikulären Rheumatismus erkrankt war, entwickelte sich eine Vereiterung des Kniegelenkes und Lösung der oberen Epiphyse der Tibia, zugleich aber eine Lösung der oberen Epiphyse des Humerus ohne Spur von Eiterung, sowie eine solche der oberen Epiphyse des Femur ohne jede entzündliche Betheiligung des Hüftgelenkes, nur mit Verdickung des Femur in seiner ganzen Länge. Sämmtliche Epiphysentrennungen gelangten zur Wiederanheilung. Ebenso beobachteten v. Langenbeck und Billroth eine spontane Trennung der oberen Epiphyse des Femur durch osteoporotische Erweichung des Schenkelhalses ohne Eiterung.

Ueber die Häufigkeit, in welcher die Epiphysenlösung als Complikation der spontanen Osteomyelitis hinzutritt, lässt sich aus der vorliegenden Casuistik kein sicheres Verhältniss berechnen. Denn die Auffassung der ganzen Krankheit sowie ihre Abgrenzung gegen andere Formen der Knochenentzündung ist bei den einzelnen Autoren eine total verschiedene, sofern bald nur die primäre Osteomyelitis, bald nur die primäre Periostitis zugelassen wird, und bald nur die perniciösesten bald fast alle akut verlaufenden Entzündungen der Knochen mit einbegriffen werden. Beispielsweise finden sich unter 49 von Studsgaard zusammengestellten Fällen von diffuser Osteomyelitis 25 Epiphysenlösungen, und zwar 9 vollständige und 16 unvollständige. Demme beobachtete unter 23 Fällen 14 Epiphysenlösungen, darunter 7 vollständige und 8 unvollständige, Lücke unter 24 Fällen 7. Roser hebt hervor, dass nach seinen Erfahrungeu Epiphysenlösung nicht so häufig vorkommt, als manchmal angenommen wird, und dass manche osteomyelitische Fractur oder Pseudofractur fälschlich für jene gehalten wird. Allein ebenso oft kommt vielleicht auch der entgegengesetzte Irrthum vor und es ist mir überdiess gar nicht zweifelhaft, dass manche Epiphysenlösungen, namentlich die unvollständigen häufig ganz übersehen werden, um so eher, als ja auch zuweilen Wiederanheilung erfolgt.

Genauer lässt sich die Frequenz-Skala für die Spontanlösungen der einzelnen Epiphysen feststellen. Sie entspricht genau der Lokalisation der Osteomyelitis an den einzelnen Gelenkenden. Nur sind es der Mehrzahl nach die schwereren Formen, welche zur Ablösung führen, wie sich schon daraus ergibt, dass letztere ziemlich häufig multipel auftreten. Unter 93 Fällen von osteomyelitischer Epiphysenlösung, welche ich aus der Literatur gesammelt habe, sowie weiteren 3 Fällen, die ich selbst beobachtete, finden sich 20 Fälle von multiplen Epiphysenlösungen. Im Ganzen sind in diesen Beobachtungen 134 einzeln aufgeführte Ablösungen enthalten.

Die Mehrzahl derselben trifft auf die das Kniegelenk constituirenden Gelenkenden, nämlich 41 Fälle auf die untere Epiphyse des Femur, 28 auf die obere der Tibia. Dann folgt die obere Epiphyse des Femur und die untere der Tibia mit 22 und 13 Fällen, dann die obere des Humerus mit 14, die obere des Radius mit 4 Fällen. Nur in vereinzelten Fällen sind die Knorpelfugen des Trochanter major und minor, der Phalangen und Metakarpalknochen, des Hüftbeines, des Fersenbeines, Zungenbeines u. s. f. gelöst worden.

Die multiplen Epiphysenlösungen betreffen entweder die beiden Gelenkenden eines und desselben Röhrenknochens, namentlich bei Totalnecrose einer ganzen Diaphyse, wie sie hie und da am Femur, der Tibia und dem Radius beobachtet worden ist, oder auch mehr oder weniger weit von einander entfernte Epiphysen. Verhältnissmässig häufig ist die gleichzeitige Lösung der beiden Epiphysen des Kniegelenkes.

§. 46. Die zweite Art der in typischer Weise beobachteten pathologischen Epiphysentrennungen ist die bei hereditärer Syphilis. Nachdem schon früher vereinzelte Fälle beschrieben worden waren, in denen bei Neugeborenen, die von syphilitischen Eltern stammten, fast sämmtliche Epiphysen der langen Röhrenknochen von den Diaphysen abgetrennt waren, ist neuerdings durch zahlreiche Beobachtungen nicht nur die syphilitische Natur der zu Grunde liegenden Erkrankung sicher erwiesen, sondern auch letztere als ein constantes, untrügliches Kennzeichen congenitaler Syphilis bewährt gefunden worden.

Die Erkrankung hat ihren Sitz an der Knochenknorpelgrenze der langen Röhrenknochen und Rippen und trägt einen ausgesprochen destruktiven Charakter an sich, indem sie zur Erweichung jener Grenze und hiedurch zur Lockerung oder vollständigen Loslösung der Epiphysen führt. Letztere tritt zuweilen schon während des Intrauterinlebens, meist jedoch erst im 2. Monate nach der Geburt theils ganz spontan, theils in Folge geringfügiger äusserer mechanischer Einwirkungen ein und wird gewöhnlich gleichzeitig an mehreren oder sogar sämmtlichen Gelenkenden der Röhrenknochen sowie an der Verbindung der Rippen mit ihren Knorpeln beobachtet. Charakteristisch ist das schlaffe Herabhängen der befallenen Extremitäten, welches Parrot als „Pseudoparalysie" beschrieben hat. Lewin sah sich genöthigt, in einem solchen Falle, wo „der ganze Fuss mit der Epiphyse hin- und herschlotterte", einen Gipsverband anzulegen.

Ueber die Pathogenese des Processes, über welche die Ansichten noch ziemlich weit auseinandergehen, sei hier nur kurz erwähnt, dass die Mehrzahl

der Forscher den Hauptsitz der Erkrankung in den Knochen, und zwar in die spongioide Schichte verlegen. Hiebei fasst Wegner den Process als einen entzündlichen auf und bezeichnet ihn als Osteochondritis, während Waldeyer, Köbner, Taylor und Korsun denselben als eine Granulationswucherung von gummösem Charakter betrachten und Parrot eine gelatinöse Erweichung der Spongiosa annimmt. Dem gegenüber vertreten Haab und Veraguth die Ansicht, dass im Knorpel selbst sich die Spaltbildung vollzieht und bezeichnen den Process als Chondritis syphilitica.

Es verdient noch Erwähnung, dass diese Epiphysenlösungen am Lebenden leicht mit den oben (S. 47) beschriebenen Spontanfracturen bei hereditärer Syphilis verwechselt werden, falls die letzteren nicht, wie es hie und da der Fall zu sein scheint, weiter entfernt von der Epiphysenlinie ihren Sitz haben.

§. 47. Eine dritte Art spontaner Epiphysenlösungen endlich ist bei schweren Formen von Skorbut beobachtet worden. Wir haben oben (S. 48) bereits erwähnt, dass in neuerer Zeit mit der Abnahme der Frequenz und Malignität des Skorbuts fast allein noch Abtrennungen der Rippen von ihren Knorpeln vorkommen. Dagegen finden sich aus älterer Zeit bei mehreren Beobachtern (Poupart, Petit) auch die Ablösungen der Epiphysen an den langen Röhrenknochen als ein gewöhnlicher Befund bei jugendlichen Individuen unter 18 Jahren erwähnt.

Vielleicht gehört hieher ein neuerdings von Th. Smith beschriebener Fall von hämorrhagischer Periostitis der langen Extremitätenknochen und multiplen Epiphysenlösungen bei einem 2jährigen Kinde. Bei der Sektion desselben fanden sich Extravasate in der Muskulatur, Ablösung des verdickten Periostes vom Knochen durch eine $^1/_4$—$^1/_2$ Zoll dicke Blutschichte, Ablösung der Epiphysen; nirgends Eiterung, Bänder und Knorpel vollständig gesund. Als Analogon kann wenigstens eine ältere von Gurlt angeführte Beobachtung von Saviard dienen, der bei einem an Skorbut gestorbenem Kinde leichte Ablösbarkeit der Epiphysen und Weichheit der Knochen fand, sowie eine Beobachtung von Dumontpallier, welche ein 10jähriges, an den Erscheinungen von Skorbut gestorbenes Kind betrifft. Bei der Sektion desselben fand sich an den langen Knochen der unteren Extremität Ablösung des verdickten Periostes durch reichliches flüssiges Blut und Lösung sämmtlicher Epiphysen, welche nur noch durch die abgehobene Periostmanschette mit der Diaphyse zusammenhingen; die spongiöse Substanz glich „einem mit Blut imbibirten Schwamme“.

b) Gelegenheitsursachen.

Mechanismus der Entstehung der Knochenbrüche.

Die Entstehung eines jeden Knochenbruches setzt eine bestimmte Veranlassung oder Gelegenheitsursache voraus, welche auf der Einwirkung einer ausserhalb des Knochens gelegenen mechanischen Gewalt beruht. Letztere ist entweder eine äussere, ausserhalb des Körpers gelegene, oder innere, lediglich durch Muskelaktion erzeugte Gewalt.

Wenn wir daher in der folgenden Besprechung die durch äussere und die durch innere Gewalteinwirkung erzeugten Knochenbrüche zu trennen haben, so ist doch von vornherein zu bemerken, dass keineswegs immer ausschliesslich die eine oder andere Art der Gewalt thätig ist, sondern dass vielleicht häufiger, als man anzunehmen pflegt, beide Gewalten zusammenwirken; beispielsweise bewirkt ein äusserer Anprall unter Umständen nur bei gleichzeitiger Muskelspannung und dadurch bedingter starrer Haltung eines Gliedes die Entstehung einer Fractur.

Cap. XIII.

Knochenbrüche durch äussere Gewalt.

Die weitaus grösste Mehrzahl der Fracturen entsteht durch Einwirkung einer äusseren Gewalt. Es versteht sich, dass im Allgemeinen alle möglichen Arten von Gewalten, welche von aussen auf einen Körpertheil einwirken, gelegentlich Knochenbrüche herbeiführen können. Erfahrungsgemäss am häufigsten — wohl in mehr als der Hälfte aller Fracturen — ist die Veranlassung ein Fall, und zwar entweder ein Sturz aus der Höhe oder ein Zubodenfallen auf ebener Erde, ferner ein Stoss, Schlag oder Wurf, das Auffallen schwerer Körper, das Ueberfahrenwerden u. s. f. Natürlich ist bei allen diesen Veranlassungen die allgemeine Bedingung für das Zustandekommen eines Knochenbruches nur die, dass eben die Intensität der einwirkenden Gewalt ausreicht, um die Elasticität und Festigkeit der Knochensubstanz zu überwinden.

§. 48. Der Mechanismus der Entstehung der Knochenbrüche im Allgemeinen lässt sich darauf zurückführen, dass die einwirkende Gewalt entweder durch Zug oder Druck oder durch Combination beider Kräfte die Trennung der Knochensubstanz bewirkt.

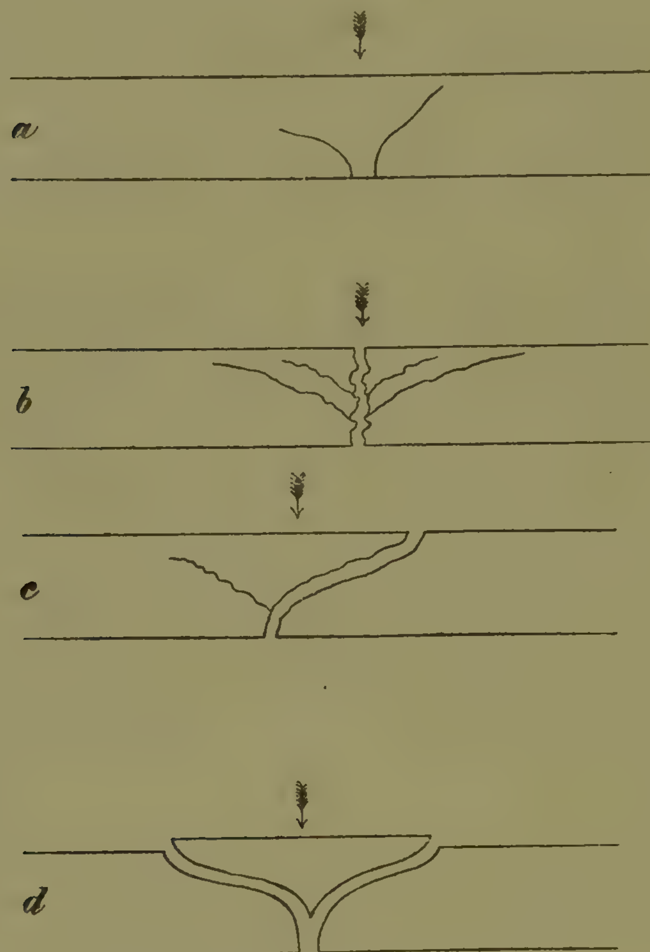
Am seltensten entsteht durch reinen Zug ein Knochenbruch, und zwar allenfalls an gewissen Knochentheilen, welche zur Insertion starker Muskeln, Sehnen und Bänder dienen, während es wohl nicht denkbar ist, dass durch Zug die Zerreissung eines Röhrenknochens und nicht vielmehr die Trennung der Gelenkverbindung bewirkt wird.

Viel häufiger entstehen Brüche durch reinen Druck, am häufigsten durch Druck und Zug zugleich, wie es namentlich bei der gewaltsamen Biegung eines Knochens der Fall ist, bei der die Theile an der convexen Seite gedehnt, an der conkaven zusammengedrückt werden. Daher ist auch zum Biegungsbruche eine erheblich geringere Gewalt erforderlich, als zum Bruche durch Zusammendrücken mit Ausschluss seitlicher Biegung. Aber auch zum Biegungsbruche eines und desselben Knochens bedarf es eines ausserordentlich verschiedenen Grades der Gewalt, je nach der Art und Weise, in welcher derselbe auf Biegung beansprucht wird. Am deutlichsten erhellt diess aus folgendem von Rauber berechneten Beispiele. Die Diaphyse des menschlichen Femur (als regelmässiger Hohlcylinder gedacht) wird durch Compression in der Längsachse zerdrückt durch etwa 5840 kg, bei Ausschluss seitlicher Biegung durch 7787 kg. Derselbe Knochen, quer gelagert und zur Hälfte befestigt, bricht bei einer Belastung des freien Endes mit 383 kg. Dasselbe Gewicht ist erforderlich bei einer Belastung der Mitte, wenn beide Enden unterstützt sind. Dagegen erfolgt der Bruch schon bei einem Gewichte von 95,7 kg, wenn das eine Ende belastet und blos das andere befestigt ist.

Der Biegungsbruch erfolgt stets an derjenigen Stelle, an welcher die grösste Biegungsspannung auftritt, also bei Unterstützung beider Enden in der Mitte, bei Befestigung blos des einen Endes unmittelbar vor der Befestigungsstelle. Aus demselben Grunde beginnt die Tren-

nung der Continuität an der Seite der Convexität, beziehungsweise am Scheitel des Winkels, und setzt sich von hier aus nach der conkaven Seite fort. Die hiebei auftretenden Bruchformen sind sehr mannigfaltiger Art: Infractionen, Querbrüche, Schrägbrüche und Brüche mit Absprengung eines oder mehrerer Splitter. Dabei zeigt die Bruchform aber doch in der Regel etwas Charakteristisches, woran der Biegungsbruch sofort zu erkennen ist. Ich wurde hierauf theils durch eine Reihe von Präparaten, theils durch Versuche mit gewaltsamer Biegung von Röhrenknochen aufmerksam gemacht, bei denen der Knochen entweder an dem einen Ende in einen Schraubstock eingespannt und an dem

Fig. 1.



Schema der Formen des Biegungsbruches.

anderen fortbewegt oder an beiden Enden eingespannt und in der Mitte durch Druck oder Schlag abgebogen wurde. Seither ist eine erfreuliche Bestätigung jener Thatsache durch die ausgedehnten und sorgfältigen Experimente von Messerer geliefert worden, deren Ergebnisse mit den Befunden vollständig übereinstimmen, wie sie die Präparate von zufällig an Lebenden entstandenen Fracturen aufweisen.

Die charakteristischen Formen des Biegungsbruches sind in der beistehenden schematischen Fig. 1 wiedergegeben, welche ausschliesslich nach den an anderen Stellen gegebenen Abbildungen von Präparaten (s. Fig. 6, 29, 30, 46, 47, 48) zusammengestellt ist. Das Wesentliche besteht darin, dass die Bruchlinie constant Neigung

zeigt, sich gabelig zu theilen und in zwei nach auf- und abwärts bogenförmig divergirende Schenkel auszulaufen. Auf diese Weise wird durch die Bruchlinien ein keilförmiges Knochenstück umgrenzt, dessen Basis der Druckrichtung, beziehungsweise der Conkavität im Momente der Ausbiegung entspricht. Am frappantesten tritt natürlich diese Bruchform dann hervor, wenn das keilförmige Knochenstück vollständig als Splitter ausgesprengt ist (s. Fig. 1d), und auch bei dem unvollständigen Biegungsbruche fällt sofort die durch die Bruchlinien umschriebene Keilform auf (Fig. 1a). Aber selbst bei dem durch Biegung bewirkten Querbruche finden sich die Andeutungen dieser Bruchform in den gleichzeitig vorhandenen Fissuren, welche denselben divergirenden Verlauf haben (Fig. 1b), und der Schrägbruch ist, wie es Messerer gewiss mit Recht erklärt, darauf zurückzuführen, dass nur auf der einen Seite des Keiles die Trennung vollständig erfolgt, während auf der anderen nur eine Fissur zu Stande kommt (Fig. 1c).

Nach den Angaben von Messerer „ist das Vorkommen einer solchen Bruchform bei der Biegung von Körpern, namentlich bei Stahl, schon vielfach beobachtet. Sie kommt vor bei einem gleichmässigen körnigen Material, niemals wurde sie bisher beobachtet bei Gusseisen, Stein, Holz. Theoretisch ist die Erscheinung noch nicht genügend erklärt und über die mechanischen Ursachen ihres Zustandekommens lässt sich nur wenig sagen. Der Druck, welchen bei einer Biegung die Theile der conkaven Seite erleiden, ist an Stelle der grössten Einbiegung am grössten und wird daselbst durch den Druck die Dichtigkeit erhöht. In Folge dieser Dichtigkeitsvermehrung geht, wenn der Bruch durch Einreissen der auf Zug beanspruchten Fasern der Convexität erfolgt, der Riss nicht quer durch den länglichen Körper hindurch, sondern er biegt seitlich um diese Partie herum, und so entsteht die charakteristische Keilform. Sie zeigt, dass der Knochen trotz seines sicher bestehenden faserigen Baues ein ganz gleichmässiges Gefüge hat, und seine Masse eine vollständig homogene ist“.

§. 49. Man unterscheidet je nach ihrer Entstehungsweise zweierlei Arten von Fracturen, nämlich **direkte** Brüche, wenn der Knochen unmittelbar an der Stelle der Gewalteinwirkung selbst gebrochen wird, und **indirekte** Brüche (Fracturen durch Gegenstoss, Contrecoup), wenn entfernt von der Stelle der Gewalteinwirkung der Bruch erfolgt. Beide Formen von Fracturen müssen, abgesehen von dem verschiedenen Mechanismus der Entstehung, auch aus dem Grunde auseinander gehalten werden, weil von jenem Momente wesentliche Unterschiede in der Erscheinungsweise der Fracturen abhängig sind.

Die Entstehung der direkten Fracturen erklärt sich in der Regel leicht, wenn man die Stärke der einwirkenden Gewalt mit der Widerstandsfähigkeit des getroffenen Knochentheiles vergleicht. Am häufigsten ist die Veranlassung ein direkter Anprall, d. h. ein gewaltsamer Contakt der betreffenden Körperstelle selbst mit einem festen Gegenstande. Dieser Anprall ist in den meisten Fällen ein passiver, indem er von Seiten eines bewegten Fremdkörpers auf den ruhenden Körpertheil erfolgt, wie namentlich bei einem Stoss oder Schlag (mit Stock, Hammer, durch Pferdehuf u. s. w.), ferner beim Auftreffen gewaltsam fortgeschleuderter Gegenstände (z. B. Steinwurf, Projektile aus Schusswaffen), sowie beim Auffallen herabstürzender Lasten (Steine, Balken, Baumstämme). Verhältnissmässig selten ist der Anprall ein aktiver, indem der in Bewegung befindliche Körpertheil

auf einen ruhenden Fremdkörper auftrifft, wie namentlich beim Zubodenfallen oder Sturz aus beträchtlicher Höhe herab. Denn bei dieser Veranlassung entstehen direkte Fracturen in der Regel nur dann, wenn nicht die Extremitäten vorgeworfen werden, sondern der Kopf oder Rumpf auf dem Boden aufschlägt, oder wenn der Körpertheil während des Falles, ehe er den Boden erreicht, auf einen vorspringenden Gegenstand trifft. (Fällt dagegen der Körper, wie es in der Regel geschieht, auf die vorgeworfenen Extremitäten auf, so entstehen fast immer indirekte Fracturen.) Endlich können direkte Fracturen auch durch starken Druck hervorgebracht werden, namentlich beim Ueberfahrenwerden, beim Hineingerathen eines Körpertheiles zwischen Maschinenräder u. s. f.

Bei allen derartigen Veranlassungen hängt nicht nur das Zustandekommen der Knochentrennung überhaupt, sondern auch die Art und der Grad der letzteren von sehr verschiedenen Momenten ab. In erster Linie entscheidet natürlich die Intensität der Gewalt, welche bald nur eben hinreicht, die Continuität des Knochens aufzuheben, bald denselben in grosser Ausdehnung vollständig zertrümmert und zermalmt. So pflegt bei dem Auftreffen fester Körper, welche entweder aus der Höhe herabfallen oder durch irgend eine Kraft geschleudert werden, die Knochenverletzung um so schwerer zu sein, je gewichtiger jene Körper sind, je höher sie herabfallen oder mit je grösserer Kraft und Geschwindigkeit sie fortgeschleudert werden. Ausserdem kommt es hiebei aber auch auf den von Seiten des Knochens geleisteten Widerstand an, welcher durch äussere Einflüsse wesentlich unterstützt oder herabgesetzt werden kann. So ist die Widerstandsfähigkeit des Knochens abhängig von der Stellung und Lage, welche der betreffende Körpertheil im Momente des Anpralls einnimmt: ob derselbe frei beweglich ist und dem Anprall nachgibt, wie etwa ein herabhängender Arm, oder ob er in irgend einer Weise fixirt ist, mag diess von aussen her durch Anliegen an einen festen Gegenstand oder durch Muskelspannung oder durch das Körpergewicht bewirkt sein. Namentlich beim Auftreffen oder beim Hinübergehen einer Last über einen Körpertheil gestaltet sich die Widerstandsfähigkeit des Knochens sehr verschieden, je nachdem er hohl oder mit seiner ganzen Länge aufliegt und je nachdem die Unterlage glatt oder uneben, weich oder hart ist. Endlich ist bei direkten Fracturen auch der Schutz von Einfluss, welchen der Knochen durch die bedeckenden Weichtheile besitzt, je nachdem er oberflächlich unter der Haut gelegen oder in dicke Muskellagen eingehüllt ist.

§. 50. Constant sind bei den direkten Fracturen die bedeckenden Weichtheile an der Bruchstelle mit verletzt, da ja die Gewalt von aussen nach innen auf den Knochen einwirkt und direkt an der getroffenen Stelle den Bruch herbeiführt. Der Charakter dieser Weichtheilverletzungen hängt vorzugsweise von der Form des verletzenden Körpers und der Gewalt des Anpralles ab: bald sind es einfache Quetschungen durch Fremdkörper mit breiter glatter Oberfläche, bald ausgedehntere Zerreissungen unter der Haut oder auch Einrisse der Haut, wenn die quetschende Gewalt sehr bedeutend ist: bald Quetschwunden durch kantige, eckige, stumpfspitzige

Gegenstände, bald endlich vollständige Zermalmungen sämmtlicher umgebenden Weichtheile, wie sie namentlich bei Maschinenverletzungen und beim Ueberfahrenwerden durch Wagen oder Eisenbahn zu Stande kommen.

§. 51. Die indirekten Fracturen entstehen entfernt von dem Orte der Gewalteinwirkung, also durch eine Gewalt, welche durch unversehrt gebliebene Knochentheile hindurch fortgeleitet ist. Die Veranlassung ist am häufigsten ein Fall, und zwar entweder ein Zubodenfallen auf mehr oder weniger ebenem Boden oder ein Sturz aus der Höhe herab. Hiebei geschieht die Fortleitung der Gewalt bald nur in der Continuität eines und desselben Knochens (z. B. Bruch des Schenkelhalses durch Fall auf den grossen Trochanter), bald durch einen oder mehrere Knochen hindurch (z. B. Fractur des Oberschenkels durch Fall auf den Fuss oder Fractur des Schlüsselbeines durch Fall auf die ausgestreckte Hand). Dass letzteres möglich ist, beruht darauf, dass die in den Gelenken zusammenstossenden Knochen durch Erschöpfung der Bewegung im Gelenke oder die gespannten Muskeln fixirt werden und so gleichsam einen einzigen continuirlichen Knochenhebel bilden, durch den sich die Gewalt leicht fortpflanzt. Desshalb gelingt es auch fast nie bei Leichen, durch Herabfallenlassen aus der Höhe indirekte Fracturen zu erzeugen. Dagegen bleibt allerdings in den meisten Fällen die letzte Ursache der indirekten Fracturen unaufgeklärt, wesshalb nämlich bei einer und derselben Gelegenheitsursache bald ein naher, bald ein entfernter gelegener Knochen bricht, wesshalb beispielsweise beim Falle auf die ausgestreckte Hand bald der Radius, bald der Humerus oder die Clavicula einen Bruch erleidet, oder beim Sturze auf die Füsse bald die Malleolen, bald die Diaphysen der Unterschenkelknochen, bald der Oberschenkel, bald die Hüftgelenkspfanne oder Wirbelsäule oder sogar die Schädelknochen gebrochen werden. Offenbar sind eben für die Lokalisation der indirekten Brüche mancherlei Momente entscheidend, welche im Einzelfalle nicht genauer zu controliren sind, wie namentlich die grössere und geringere Gewalt des Falles abhängig von der Höhe des Sturzes und der Körperschwere des Individuums, die Beschaffenheit des Bodens, mit welchem der Körpertheil beim Auffallen in Berührung kommt, sowie die verschiedene Haltung des Körpertheiles und der wechselnde Grad der Muskelthätigkeit im Momente des Falles.

§. 52. Der Mechanismus der indirekten Fracturen ist ein sehr mannigfaltiger. Sehen wir hier ab von der Entstehungsweise einiger besonderer Bruchformen, welche erst später erörtert werden soll, so lassen sich folgende Haupttypen unterscheiden:

1. Am häufigsten erfolgt der Bruch in der Art, dass der Knochen von beiden Enden her zusammengedrückt und über seine Elasticität hinaus gebogen wird (Zerknickungs- oder Biegungsbruch). Die Veranlassung hiezu ist in den meisten Fällen das Zubodenfallen, indem das eine Ende des Knochens bei seinem Anpralle auf dem Boden festgehalten wird, während von dem anderen Ende her die Last des Körpergewichtes, vermehrt durch die Geschwindigkeit des Falles, den Knochen zusammendrückt. Hiebei erfolgt

eine gewaltsame Biegung des Knochens, beziehungsweise eine Vermehrung seiner natürlichen Krümmung, und wenn die Elasticitätsgrenze überschritten ist, eine Trennung der Continuität an der Stelle der stärksten Krümmung. Wir haben bereits an einer früheren Stelle den Mechanismus der Biegungsbrüche und ihre Bruchform ausführlich besprochen (s. o. S. 53).

2. In anderen Fällen erfolgt eine gewaltsame Biegung in der Art, dass das eine Ende des Knochens fortbewegt wird, während das andere fixirt ist (Abknickungsbruch). Im Gegensatze zu dem ersteren Mechanismus wirkt also hier die Kraft senkrecht zur Längsachse des Knochens und genügt daher schon eine bedeutend geringere Belastung, als bei der Wirkung der Kraft in der Richtung der Längsachse des Knochens. Der Bruch erfolgt an der Befestigungsstelle des Knochens, wo die grösste Biegungsspannung auftritt. Zum Beispiel: Bruch des Unterschenkels beim Umfallen nach der Seite, während das untere Ende desselben zwischen Steinen, Balken oder dergl. festgehalten wird. In gleicher Weise kommen Abknickungsbrüche von Knochenfortsätzen an den Gelenkenden vor, indem bei übertriebenen Gelenkbewegungen die Spitze des Fortsatzes gegen den gegenüberliegenden Knochentheil anstösst. Hieher gehört der Abknickungsbruch des inneren Knöchels bei gewaltsamer Adduktion (Supination) des Fusses, wobei der um seine sagittale Achse gedrehte Talus gegen die Spitze des inneren Knöchels anstösst. Desgleichen die Abknickung des Olekranon bei Hyperextension im Ellbogengelenke.

3. Dem Abknickungs-Mechanismus ähnlich wirkt die Zusammendrückung in der Längsachse eines Knochens, dessen Achse winklig geknickt ist. Hiebei wird der Winkel vergrössert und eingeknickt. Die Trennung erfolgt zuerst an dem Scheitel des Winkels, wie sich aus derartigen Fällen von unvollständigen Brüchen ergibt (s. unten Fig. 4). Das einzige hieher gehörige Beispiel ist der Bruch des Schenkelhalses bei Fehltritt oder Fall auf den Fuss.

4. In anderen Fällen wirkt die brechende Gewalt in der Weise, dass der Knochen in der Längsachse mit Ausschluss seitlicher Biegung zusammengepresst, also gewaltsam verkürzt wird (Quetschungsbruch. Fracture par écrasement). Es findet demnach ausschliesslich Beanspruchung des Knochens auf Druck- oder rückwirkende Festigkeit statt. An den langen Röhrenknochen wird hiebei gewöhnlich das Gelenkende zusammengequetscht und häufig das compakte Diaphysenende in die voluminösere spongiöse Epiphyse eingekeilt (Einkeilungsbruch). Zum Beispiel: Bruch des oberen Endes des Humerus durch Fall auf den Ellbogen oder die ausgestreckte Hand. In gleicher Weise entstehen auch manche Brüche kurzer spongiöser Knochen durch Zusammenpressung in vertikaler Richtung, wobei die spongiöse Substanz zertrümmert und in sich zusammengedrückt wird (Middeldorpf's Compressionsbruch). Ein charakteristisches Beispiel bildet der Quetschungsbruch der Wirbelkörper durch Sturz aus der Höhe.

Hieran reihen sich noch die Abquetschungsbrüche kleiner Fragmente von den Gelenkenden. Sie entstehen durch gewaltsamen Anprall der Gelenkkörper gegen einander, wobei die Kante oder der vorspringende Rand eines Gelenktheiles von der Gelenkfläche

aus abgequetscht wird. Zum Beispiele: Absprengung eines Segmentes des Radiusköpfchens (durch Stoss des Condyl. ext. des Humerus) bei Fall auf die ausgestreckte Hand (s. u. Fig. 39). Desgleichen Absprengung der vorderen Kante des unteren Gelenkendes der Tibia bei Luxation des Fusses nach vorne (Volkmann), sowie Abquetschung eines Segmentes vom Rande der Schultergelenkspfanne bei Luxation des Oberarmes.

5. Ein weiterer recht häufiger Mechanismus ist der, dass ein Knochentheil durch gewaltsamen Zug ausgerissen wird (Rissbruch). Der Zug wird durch gewaltsame Bewegung in einem Gelenke (Hyperflexion, Hyperextension, Lateralflexion) bewirkt und vermittelst des Bandapparates auf das knöcherne Gelenkende übertragen; ist das Band stärker als das Knochenende, so wird letzteres abgerissen. Diese Entstehungsweise wird neuerdings ziemlich allgemein für die Mehrzahl der Brüche des unteren Endes des Radius angenommen, welche durch Fall auf die ausgestreckte Hand bewirkt werden: die Hand wird im Handgelenke in forcirte Dorsalflexion übergeführt und das starke Lig. volare des Handgelenkes, das von der Volarfläche des Radius zur ersten Reihe der Handwurzelknochen geht, angespannt; das Band ist fast ausnahmslos stärker als die Radiusepiphyse, so dass die letztere abgerissen wird. Ein ähnlicher Vorgang findet bei manchen Malleolenfracturen Statt, welche durch gewaltsame Ad- oder Abduktion des Fusses zu Stande kommen: der äussere oder innere Knöchel wird durch das gespannte Ligament. malleol. intern. oder extern. abgerissen. Ebenso sind von Linhart und Riedinger gewisse Fälle von Schenkelhalsbrüchen als Rissbrüche erklärt worden, wenn dieselben nämlich in der Art zu Stande kommen, dass beim Straucheln oder Ausgleiten der Stamm plötzlich nach hinten geworfen wird, um das Zubodenfallen zu verhüten; hiebei wird durch starke Hyperextension im Hüftgelenke das Ligament. ileo-femorale plötzlich gespannt und letzteres kann an seiner Insertion den Schenkelhals abreissen. Endlich sind manche Wirbelbrüche als Rissbrüche aufzufassen, indem bei Ueberbiegung der Wirbelsäule der gespannte Bandapparat an der Convexität der Biegung den Knochen zerreisst.

6. Endlich entstehen manche indirekte Fracturen durch gewaltsame Drehung eines Röhrenknochens um seine Längsachse, während das andere Ende desselben fixirt ist (Torsionsbrüche). Dieser Fracturmechanismus ist, trotzdem die Literatur nur eine äusserst spärliche Casuistik enthält, durchaus kein ungewöhnlicher, wie man sich bei genauer Durchsicht einer grösseren Fracturensammlung überzeugen kann. Allerdings sind die reinen Torsionsbrüche, bei denen die brechende Gewalt ausschliesslich in einer Abdrehung des Knochens besteht, recht selten, da die Gelegenheitsursachen sich nur selten darbieten, welche die Einwirkung hinreichend starker torquirender Gewalten herbeiführen. Doch habe ich solche Brüche in reinster Form 4mal gesehen, nämlich 1mal am Humerus bei einem Manne, der mit dem Arme in einen Transmissionsriemen gerathen war, 1mal gleichzeitig am rechten Femur und der linken Fibula (neben Absprengung der unteren Epiphyse der Tibia) bei einem 17jährigen Burschen, der beim Herabsteigen von einem rasch fahrenden Wagen mit beiden Beinen zwischen die Speichen eines Rades gerathen war, endlich am oberen Drittel des Femur bei einem 18jährigen Burschen, der sich

beim Abladen von Baumstämmen plötzlich stark drehte und bückte, um unter einem niederen Balken Schutz vor einem unversehens herabgleitenden Baumstamme zu suchen. In ähnlicher Weise beobachtete Bouchet einen Torsionsbruch des rechten Humerus bei einem jungen Menschen, welcher beim Emporklettern an einem Stricke in dem Augenblicke, als er mit der linken Hand den Strick losliess und mit dem rechten Arm sich gewaltsam festhalten wollte, eine heftige Rechtsschwenkung mit dem Rumpfe machte. (Diese beiden letzteren Fälle gehören eigentlich zu den Brüchen durch Muskelthätigkeit.) Ferner entstehen Torsionsbrüche am Unterschenkel, wenn derselbe durch eine vehemente Schwenkung des Rumpfes gedreht wird, während der Fuss am Boden (zwischen Steinen, Balken u. dergl.) fixirt ist. Auch diejenigen Brüche am Femur und Humerus gehören hieher, welche hie und da bei dem Versuche, veraltete Luxationen im Hüft- und Schultergelenk durch Rotationsmanöver zu reponiren, sich ereignen; ich habe von beiden Beispiele gesehen.

Häufiger jedoch kommt es vor, dass die brechende Gewalt nicht ausschliesslich eine torquirende ist und doch die Bruchform durch letztere ihr charakteristisches Gepräge erhält. So ist es ganz gewöhnlich, dass beim Sturze auf die vorgeworfene obere oder untere Extremität Schwenkungen mit dem Rumpfe nach rechts oder links ausgeführt werden: der Fracturmechanismus ist dann auf eine Combination von Biegung und Torsion zurückzuführen. Auch bei Schussverletzungen der Knochen kommt es, wie Koch gezeigt hat, häufig vor, dass der Verletzte sich in dem Momente des Zusammenbrechens herumdreht; war nun durch die Kugel nur ein Theil der Dicke des Schaftes zertrümmert, so lässt sich die Wirkung der Torsion an demjenigen Segmente des Knochens, das erst beim Hinstürzen bricht, nachweisen.

Die Torsionsbrüche entstehen in der Regel an der Stelle des schwächsten Querschnittes und sind durch eine spiralig oder schraubenförmig um die Peripherie des Knochens herumlaufende Bruchlinie charakterisirt, die später (s. u. S. 97) des Näheren beschrieben werden soll.

7) Es erübrigt schliesslich noch, den Mechanismus der indirekten Fracturen des Schädels und Thorax zu berücksichtigen. Hiebei handelt es sich um Fracturen der Schädelbasis, welche durch eine das Gewölbe treffende Gewalt — am häufigsten bei Sturz aus der Höhe mit Auftreffen des Schädels auf den Boden — erzeugt werden, wobei das Gewölbe selbst intakt bleibt. Die Erklärung liegt in der zuerst von V. Bruns[1]) experimentell nachgewiesenen Thatsache, dass die Schädelkapsel in ihren einzelnen Segmenten und im Ganzen elastisch ist und daher durch breit einwirkende Gewalten eine Formveränderung im Ganzen erleidet, indem der Durchmesser in der Druckrichtung verkürzt, in den anderen Richtungen verlängert wird. Der Bruch erfolgt nun desshalb meist an der Schädelbasis, weil dieselbe den schwächsten und sprödesten Theil der Schädelkapsel bildet, und zwar kommt er, wie die Experimente von Messerer lehren, durch Bersten der am

---

[1]) V. Bruns, Die chirurg. Krankh. und Verletzungen des Gehirns und seiner Umhüllungen. Tübingen 1854, S. 203.

meisten gedehnten Partie, also durch Zerreissung zu Stande, indem die Bruchlinie constant mit der Druckrichtung parallel verläuft; bei Querdruck erfolgt ein Querriss, bei Längsdruck ein Längsbruch. Im Allgemeinen zeigte sich bei seinen Experimenten die Widerstandsfähigkeit des Schädels gegen Längsdruck grösser als gegen Querdruck, indem bei ersterem das Mittel der Bruchbelastung 650, bei letzterem nur 520 kg betrug.

Eine andere Categorie von Basisfracturen entsteht durch Sturz aus der Höhe auf die Füsse oder Sitzknorren. Der Mechanismus ihrer Entstehung lässt sich am besten mit der Art vergleichen, wie man einen Hammer in den Stiel hineintreibt durch Aufstossen des Griffendes (Félizet). Die Wirbelsäule wird hiebei in den Schädel hineingetrieben, so dass die das Hinterhauptsloch umgebenden Knochentheile eingebrochen werden. Messerer hat diesen Mechanismus gleichfalls experimentell nachgeahmt; bei Druck vermittelst der Wirbelsäule in senkrechter Richtung auf den Schädel wurden die Condylen des Hinterhauptsbeines sammt dem Türkensattel und einer oder beiden Felsenbeinpyramiden nach innen getrieben. Der Bruch erfolgte hier bei einer verhältnissmässig geringen Belastung (im Mittel 270 kg), ohne dass irgend eine Veränderung in den verschiedenen Durchmessern des Schädels constatirt werden konnte.

In analoger Weise, wie bei der zuerst angeführten Kategorie von indirekten Schädelbrüchen, erklären sich die durch Stoss oder Zusammenpressung erzeugten indirekten Rippenbrüche aus der gewaltsamen Formveränderung des Thorax, wenn auch die ungleich grössere Elasticität der Rippen eine viel stärkere Einbiegung gestattet, ehe es zum Bruche kommt. Messerer konnte bei Experimenten an jugendlichen Leichen durch Druck auf den Thorax in sagittaler Richtung das Brustbein bis an die Wirbelsäule eindrücken, ohne dass ein Bruch erfolgte.

§. 53. Das Verhalten der Weichtheile bei indirekten Brüchen bedingt einen wesentlichen Unterschied gegenüber den direkten Fracturen. Während sich bei letzteren, wie wir gesehen haben, nothwendig Weichtheilverletzungen an der Bruchstelle vorfinden müssen, sind bei den indirekten Fracturen die äusseren Weichtheile an der Bruchstelle gewöhnlich vollkommen unverletzt, während sich mehr oder weniger weit entfernt an der Stelle der äusseren Gewalteinwirkung die entsprechenden Weichtheilverletzungen vorfinden. Nun kommt es aber auch bei indirekten Fracturen nicht selten vor, dass an der Bruchstelle Mitverletzungen der Weichtheile anzutreffen sind, welche dann lediglich von innen heraus durch die dislocirten Bruchenden des Knochens selbst erzeugt sind. Es sind entweder subkutane Zerreissungen von Muskeln, Gefässen, Nerven u. s. f., oder es wird durch ein spitzes Bruchende die Haut von innen her angespiesst oder ganz durchbohrt. Auf letztere Weise entstehen die sogenannten Durchstechungsfracturen, wie man die indirekt entstandenen complicirten Fracturen zu benennen pflegt. Es versteht sich, dass dieselben am leichtesten bei oberflächlich gelegenen Knochen, wie namentlich der Tibia, sich ereignen, jedoch kommen sie ebenso auch bei den am tiefsten gelegenen Knochen, wie dem Oberschenkel vor, so dass die

Bruchenden erst dicke Muskellagen durchstechen müssen. Denn in letzter Linie entscheidet die Intensität der frakturirenden Gewalt, welche nach der Trennung des Knochens die Bruchenden weiter forttreibt.

Cap. XIV.

Knochenbrüche durch Muskelzug.

Den Brüchen durch äussere Gewalt stehen die durch innere Gewalt, d. h. durch gewaltsamen Muskelzug, gegenüber. Sind diese auch ungleich seltener — ihre Frequenz beträgt bei einer Vergleichung mehrerer Statistiken nur $\frac{1}{2}$—1 % aller Brüche — so steht doch die Thatsache fest, dass durch blosse forcirte Muskelaktion nicht allein kleine Knochen und Knochenfortsätze, sondern auch grosse Röhrenknochen und Rumpfknochen gebrochen werden können. In der Regel liegt die Veranlassung in ungewöhnlich heftiger willkürlicher Muskelaktion, nur ausnahmsweise in unwillkürlichen spastischen Contraktionen, wie namentlich bei epileptischen Convulsionen.

Es versteht sich, dass, streng genommen, zu der Kategorie der Brüche durch Muskelzug nur solche Fälle gezählt werden dürfen, in denen die Muskelthätigkeit mit Bestimmtheit als die einzige Ursache der Fractur anzusehen ist. Jedenfalls sind also alle Fälle auszuschliessen, in denen irgend eine pathologische Prädisposition der Knochen, namentlich auch senile Knochenatrophie zu Grunde liegt; denn unter diesen Umständen können ja, wie wir bei der Besprechung der sogenannten spontanen Fracturen gesehen haben, sogar beim blossen Muskelspiele Brüche entstehen. Dagegen sind wir genöthigt und berechtigt, auch solche Fälle, in denen noch andere Momente, wie die Schwere des Körpergewichtes, zum Zustandekommen des Bruches mitgewirkt haben, als Fracturen durch Muskelzug anzusprechen, sobald die Muskelaktion entschieden als die wesentliche Ursache der Continuitätstrennung zu bezeichnen ist.

§. 54. Zu den reinen Brüchen durch Muskelzug gehört zunächst die Abreissung von Knochenfortsätzen, an welche sich die Sehnen sehr kräftiger Muskeln oder ganzer Muskelgruppen ansetzen. Wie durch heftige Contraktion der letzteren eine Muskel- oder Sehnenruptur bewirkt wird, so kann auch der betreffende Knochenfortsatz theilweise oder ganz abgerissen werden (Fracture par arrachement). Derartige Brüche sind namentlich am Process. coronoid. der Ulna und Mandibula, am Proc. coracoid. der Scapula, am Tubercul. maj. des Humerus, am Trochanter maj. und Tuber calcanei beobachtet worden (s. u. §. 81).

Hieran reihen sich gewisse Fracturen der Patella, von denen eine relativ grosse Anzahl, etwa $\frac{1}{3}$ der Fälle, durch Muskelzug entsteht. Die Veranlassung hiebei ist in der Regel eine plötzliche vehemente Contraktion des Extensor cruris, durch welche ein nach rückwärts Fallender sich aufrecht zu erhalten sucht. Dann ist der Bruch zugleich ein reiner Rissbruch. Oder der Muskelzug wirkt bei flek-

tirtem Knie, so dass die Patella gleichzeitig durch Biegung und Zug zerbricht.

§. 55. Von den langen Röhrenknochen wird der Humerus weitaus am häufigsten, sogar viel häufiger als alle anderen zusammen durch Muskelthätigkeit frakturirt. Unter 85 von Gurlt gesammelten Fällen kommen nämlich 57 auf den Oberarm, 25 auf den Oberschenkel, 8 auf den Unterschenkel und 5 auf den Vorderarm. Auch lässt sich gerade hier die Wirkungsweise der Muskelaktion am deutlichsten erkennen. Gewöhnlich entsteht der Bruch beim kräftigen Fortschleudern eines Gegenstandes, z. B. eines Steines oder Balles, oder beim Austheilen eines Schlages, der sein Ziel verfehlt. Der Fracturmechanismus ist offenbar derselbe, wie beim Abbrechen eines geschwungenen Stockes dicht vor der Hand. Es wird nämlich der Arm in seiner raschen Wurfbewegung plötzlich durch die starken Schultermuskeln gehemmt und hiedurch in einen ungleicharmigen Hebel verwandelt, dessen langer Arm von der Hand bis zur Insertion der Schultermuskeln reicht; dicht vor derselben bricht gewöhnlich der Knochen durch gewaltsame Biegung ab. In ähnlicher Weise erklärt sich ein von mir beobachteter Fall, in welchem ein junger Bursche eine Fractur des linken Humerus sich zuzog, während er einen Stock in freier Luft mit beiden Händen zerbrechen wollte.

Sehr viel seltener bricht der Oberschenkel durch Muskelzug, wie namentlich bei dem Versuche, einen Fusstritt auszutheilen, welcher sein Ziel verfehlt, oder beim Kegelschieben in dem Momente, in welchem der Spieler beim Abwerfen der Kugel sich auf das eine vorgestreckte Bein stützt und letzteres zugleich durch den Schwung des Oberkörpers eine Drehung erleidet (Ravoth, Hamilton, König). Ich halte es für wahrscheinlich, dass es sich bei diesen letzteren Fällen um Torsionsbrüche handelt, zumal ich einen solchen in reinster Form bei einer ähnlichen Veranlassung beobachtet habe, nämlich bei einem 18jährigen kräftigen Burschen, der sich beim Abladen von Baumstämmen plötzlich stark drehte und bückte, um unter einem niederen Balken Schutz vor einem unversehens herabgleitenden Baumstamme zu suchen.

Nicht ganz reine Brüche durch Muskelzug sind dagegen die Fracturen des Halses und Schaftes des Oberschenkels beim Heben sehr schwerer Lasten; wohl aber wirkt die übermässig angestrengte Muskelthätigkeit bei ihrer Entstehung insoferne mit, als durch ihre Vermittlung der Druck der Last auf die Knochen übertragen wird, und ja die grösste Last, welche die Kraftanstrengung eines Menschen zu bewegen vermag, für sich allein nicht ausreicht, um den Knochen zu brechen.

Ferner kommen relativ häufig am Schlüsselbein Brüche durch Muskelzug zu Stande. Die Veranlassung geben starke Muskelanstrengungen der verschiedensten Art, bei denen die obere Extremität derselben Seite mit grosser Kraft, zum Theil ruckweise bewegt wird, z. B. bei einem Peitschenhieb, beim Austheilen eines Schlages, der sein Ziel verfehlt, beim Aufschwingen auf's Pferd oder Trapez, beim Abwerfen einer Schaufel Erde, beim Häckselschneiden, beim Heben eines schweren Gegenstandes. Der Fracturmechanismus ist bei diesen verschiedenen Veranlassungen natürlich ein verschiedenartiger und bald

mehr aus der Wirkung des M. cleidomastoideus, bald des M. pectoralis major und deltoideus zu erklären; vielleicht ist derselbe auch in einzelnen Fällen darauf zurückzuführen, dass sich bei starker Senkung der Schulter sowie beim Hintenüberbeugen des Armes das Schlüsselbein gegen die erste Rippe anstemmt und abgeknickt wird. Der Sitz der Fractur ist unter 31 von Delens[1]) gesammelten Fällen 19 mal das mittlere, 11 mal das innere und 1 mal das äussere Drittel des Knochens. Die überwiegende Mehrzahl der Fälle kommt auf das männliche Geschlecht, das Alter von 30—60 Jahren und die rechte Körperseite.

An den übrigen Extremitätenknochen sind derartige Brüche ausserordentlich selten. Am Vorderarme sind einige Male Brüche eines oder beider Knochen durch heftige Pro- und Supinationsbewegungen, nämlich beim Ausringen von Wäsche, sowie beim Abwerfen einer Schaufel Erde beobachtet worden. Was den Unterschenkel betrifft, so ist bei den wenigen Beobachtungen von Fracturen beider Unterschenkelknochen durch Muskelzug offenbar die Hauptursache in der Wirkung des Körpergewichtes zu suchen. Dagegen ist in einer Anzahl von Fällen die Abreissung des Capitulum der Fibula beobachtet worden — und zwar meist bei dem Bestreben, sich bei drohendem Falle aufrecht zu erhalten —, welche mit Bestimmtheit von einer heftigen Contraktion des M. biceps femoris abzuleiten ist.

§. 56. Auch an den Rumpfknochen sind die Fracturen durch Muskelzug ausserordentlich selten. An den Rippen sind solche in Folge starker Hustenanfälle beobachtet worden, jedoch meistens bei ziemlich alten und schwächlichen Leuten, bei denen eine mehr oder weniger vorgeschrittene Atrophie der Knochen anzunehmen ist. Ausserdem sind nur wenige Fälle bekannt, in denen das Brustbein und die Wirbelsäule einen Bruch durch blosse Muskelaktion erlitt. Am Brustbeine erfolgte derselbe mehrmals beim starken Verarbeiten der Geburtswehen mit Hintenüberbeugen des Rumpfes sowie in einem Falle der Tübinger Klinik bei einem 2jährigen Kinde in einem Anfall von Keuchhusten. Was die Wirbelsäule betrifft, so war die Ursache stets eine übermässig forcirte Extension der Wirbelsäule durch die Streckmuskeln, und zwar beim starken Hintenüberbeugen des Kopfes. In mehreren Fällen war die Veranlassung ein Kopfsprung ins Wasser, wobei der Kopf heftig zurückgeworfen wurde, um mit demselben nicht auf den Grund zu stossen. Der Bruch hatte stets seinen Sitz am 4. oder 5. Halswirbel, wie Schede[2]) auf Grund einer eigenen Beobachtung und 3 Fälle aus der Literatur nachgewiesen hat.

---

[1]) Delens, Des fract. de l'extrémité int. de la clavicule. Arch. génér. 1873. I. p. 529. Derselbe, Des fract. du corps de la clavicule par contraction musculaire. Ibid. 1875. I. p. 257.

[2]) Verhandl. der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. X. Congress 1881.

Cap. XV.

Angeborene (intrauterine) Knochenbrüche.

Die Entstehungsweise der sogenannten angeborenen oder intrauterinen Fracturen verlangt noch eine besondere Erwähnung. Es ereignet sich nämlich zuweilen, dass der noch im Uterus befindliche Fötus Knochenbrüche erleidet, so dass sich bei dem Neugeborenen entweder eine frische oder in der Heilung begriffene oder schon vollständig geheilte Fractur vorfindet.

Ihre Entstehungsweise hängt wesentlich von dem Zeitpunkte der Entstehung ab, je nachdem sie nämlich erst während oder schon vor der Geburt sich ereignen.

§. 57. Was zunächst die unmittelbar während der Geburt zu Stande kommenden Fracturen betrifft, so unterliegt es keinem Zweifel, dass sie zum grössten Theile arteficielle sind, also durch geburtshülfliche Operationen bewirkt werden. Und zwar pflegen durch die Wendung, Extraktion, Lösung der Arme, Anwendung des stumpfen Hakens fast ausschliesslich Extremitätenknochen gebrochen zu werden, während bei der Anwendung der Zange vorzugsweise Infractionen und Fracturen des Schädels bewirkt werden. Bei letzteren ist es gewöhnlich nicht der Druck der Zange, sondern ihr Zug, welcher durch Anpressen des Kopfes gegen irgend einen Widerstand leistenden Theil des Beckens die Einbiegung oder Fractur erzeugt. Auf dieselbe Weise kann sogar bei Extraction an den Füssen der Schädel gebrochen werden, wie in einem von Fritsch beschriebenen Falle, in welchem hiebei das Schläfenbein des Kindes in Splitter brach.

Diesen Fracturen durch Kunsthülfe stehen diejenigen gegenüber, welche durch den Geburtsakt selbst zu Stande kommen. Sie sind etwas häufiger am Schädel, äusserst selten an den Extremitätenknochen.

Die Ursache der Schädelverletzungen ist stets ein mechanisches Missverhältniss zwischen der Grösse des Kindskopfes und der Weite des mütterlichen Beckens. Wird nämlich der Kindsschädel beim Durchgang durch das Becken mit einer bestimmten Stelle an ein Hinderniss daselbst stark angedrückt, so muss er entweder durch Einbiegung oder Continuitätstrennung nachgeben. Daher sind denn auch fast in allen derartigen Fällen Anomalieen entweder von Seiten des Beckens der Mutter oder von Seiten des Kindes verzeichnet. Nach den statistischen Erhebungen von Rembold, welcher in neuester Zeit wieder die Casuistik zusammengestellt und gesichtet hat, finden sich unter 36 Fällen von Schädelfracturen durch den Geburtsakt selbst 20mal Anomalieen am Becken der Mutter, 6mal solche von Seiten des Kindes; nur einmal lautet die Angabe bestimmt auf normales Becken und Kind. Bei Beckenenge ist am häufigsten das Promontorium das Hinderniss, jedoch können sich auch andere Anomalieen finden, z. B. Exostosen und Stacheln an der Linea alba, Hereinragen der Spinae ischii, Verengung im Beckenausgange, ankylosirtes Steissbein, Neubildung, Blasenstein. Von Seiten des Kindes wirken als Hinderniss ein grosser

harter Kopf, Hydrocephalus und abnorme Lagen, wie Querlage, Gesichtslage, Vorfall einer Extremität neben dem Kopfe.

Diese Schädelverletzungen stellen in ihren niederen Graden Eindrücke, in ihren höheren Knochenbrüche dar. Beide sind, wenigstens am lebenden Kinde, nicht streng von einander zu unterscheiden, da sehr häufig die Impressionen mit Fissuren verbunden sind und andererseits sehr viele Fracturen mit gleichzeitiger Impression vorkommen. Auch der Sitz ist bei beiden derselbe: von allen Knochen ist am häufigsten das linke Scheitelbein, demnächst das rechte Scheitelbein und das Stirnbein gebrochen. Meist sind es einfache oder mehrfache Spaltbrüche, welche von dem Rande eines Knochens gegen den Verknöcherungspunkt zu allmälig sich verengend auslaufen. Für das Leben des Kindes geben diese Fracturen entschieden eine schlechtere Prognose, als die Fracturen durch Kunsthülfe, vielleicht weil bei letzteren die Geburt schneller beendigt wird. Von den 36 Fällen der Rembold'schen Statistik blieben nur 3 Kinder am Leben, 22 wurden todt geboren und 11 gingen unmittelbar oder bald nach der Geburt an den Folgen der Verletzung zu Grunde.

Aeusserst selten sind Fracturen der Extremitätenknochen durch den Geburtsakt selbst. Wenigstens sind von den in der Literatur mitgetheilten Beobachtungen nur wenige (etwa 3—4) insofern beweiskräftig, als jede Mitwirkung der Kunsthülfe sicher ausgeschlossen ist. Immerhin ist durch dieselben der Nachweis geliefert, dass durch kräftige Uteruscontraktionen bei der Austreibung der Frucht ein fehlerhaft gelagertes Glied gebrochen werden kann. Die bisher beobachteten Fälle betreffen ausschliesslich den Humerus und Femur, ersteren bei Vorlage des Armes, letzteren bei Steisslage.

Nicht hieher gehörig sind endlich alle diejenigen Fälle von Fracturen bei Neugeborenen, in denen dieselben erst ausserhalb des Uterus unmittelbar nach der Geburt zu Stande kommen, wie namentlich bei präcipitirten Geburten durch Sturz des Kindes auf den Boden.

§. 58. Die andere Kategorie von intrauterinen Fracturen entsteht vor der Geburt. Es ist erwiesen, dass äussere mechanische Gewalten, welche den Leib der Schwangeren treffen, auch ohne in denselben einzudringen und sogar ohne bemerkbare Verletzungen an demselben zu bewirken, Knochenbrüche des Fötus in utero hervorbringen können. Am häufigsten werden jedenfalls die am meisten exponirten Extremitätenknochen betroffen, selten der Schädel, dessen Verletzung zwar mit Rücksicht auf seine geschützte Lage im Uterus und innerhalb des Fruchtwassers von einzelnen Autoren in Abrede gezogen, jedoch durch mehrere sichere Beobachtungen ausser Zweifel gesetzt ist. Die neueste Zusammenstellung der Casuistik von Rembold umfasst 21 Fälle mit 24 Fracturen, von denen 9 am Unterschenkel, 2 am Oberschenkel, 3 am Vorderarm, 2 am Oberarm, 4 am Schlüsselbein, 4 am Schädel ihren Sitz hatten.

Als Veranlassung ist nur in wenigen Fällen eine Verletzung mit Penetration der Bauchwand der Mutter und des Uterus beobachtet worden, nämlich durch Schussverletzung, Sensenhieb, Fall in die Zinken einer Heugabel. In der Mehrzahl der Fälle geschieht die Verletzung des Fötus durch stumpfe Gewalt ohne Trennung der mütterlichen

Bedeckungen, und zwar meist durch eine direkte Gewalteinwirkung auf den Unterleib der Schwangeren (Schlag, Stoss, Tritt, Fall), seltener durch eine indirekte (Erschütterung durch Sturz aus der Höhe). Unter jenen 26 Fällen von Extremitätenfracturen hatte nachweislich 10 mal eine direkte, 2 mal eine indirekte Gewalt die Mutter betroffen. Dass nun aber auch der Fracturmechanismus in jenen Fällen ein direkter, in diesen ein indirekter ist, lässt sich hieraus keineswegs folgern. Am wahrscheinlichsten ist die direkte Entstehung an den am meisten exponirten Theilen, also an den Extremitäten, namentlich den unteren, dagegen am Schädel nur bei abnormer Lage (Querbeckenendlage). Liegt der Kopf dagegen geschützt im Beckeneingang, so ist anzunehmen, dass ein Bruch des Schädels nur durch die mitgetheilte Erschütterung zu Stande kommen kann, indem er gegen die Vorsprünge der oberen Beckenapertur einen Anprall erleidet. Das setzt allerdings eine ausserordentlich heftige Gewalt voraus, wie es beispielsweise in zwei Beobachtungen bei einem Sturze aus dem zweiten Stockwerke der Fall war.

Was die gleichzeitigen Verletzungen an der Mutter betrifft, so war in der grossen Mehrzahl der Fälle objektiv Nichts nachzuweisen. 3 mal waren leichte Sugillationen der Bauchdecken, 2 mal vorübergehend Blutabgang aus dem Uterus vorhanden; in einem Falle war durch Sturz aus der Höhe Bruch eines Oberschenkels, in einem andern Bruch beider Oberschenkel entstanden.

Das Verhalten der Bruchstelle bei der Geburt hängt natürlich davon ab, ob die Verletzung kürzere oder längere Zeit vor der Geburt stattgefunden hat. Meist findet sich die Fractur mehr oder weniger in der Heilung vorgeschritten oder schon durch knöchernen Callus geheilt. Dem entsprechend sind auch die etwa vorhandenen Weichtheilwunden an der Bruchstelle, welche relativ häufig diese Brüche compliciren und offenbar durch Perforation eines Bruchendes von innen heraus entstehen, bald noch eiternd und granulirend oder schon vernarbt.

Schliesslich ist noch bezüglich der Diagnose der intrauterinen Fracturen, welche unter Umständen auch ein besonderes forensisches Interesse darbietet, daran zu erinnern, dass zuweilen Kinder mit Knickungen namentlich des Unterschenkels geboren werden, welche zwar das Ansehen geheilter Fracturen darbieten können, aber doch in Wirklichkeit Missbildungen durch angeborene Ossifikationsdefekte darstellen. Gurlt hat eine Reihe solcher Fälle zusammengestellt, in denen kein vorausgegangenes Trauma nachzuweisen war und ausserdem noch andere gleichzeitige Bildungsfehler vorlagen, wie Missbildung oder Mangel von Zehen, Defekt der Fibula u. s. f. Endlich kommen auch bei gewissen fötalen Knochenkrankheiten, wie Rachitis und Syphilis, sehr zahlreiche Continuitätstrennungen am Skelett der Neugeborenen vor, welche offenbar nicht traumatischen Ursprunges sind. Die bekanntesten Beispiele solcher multipler congenitaler Spontanfracturen sind von Chaussier beobachtet worden, welcher bei einem Neugeborenen 43, bei einem anderen sogar 113 Continuitätstrennungen vorfand, welche zum Theil noch beweglich, zum Theil schon vereinigt waren.

Zweiter Abschnitt.

Anatomische Verhältnisse der Knochenbrüche.

Unter einem Knochenbruche versteht man die plötzliche Trennung des Zusammenhanges eines Knochens, bedingt durch eine ausserhalb des Knochens gelegene, mehr oder weniger stumpfe, jedenfalls (im Gegensatze zu den Knochenwunden) nicht scharf schneidende Gewalt, welche durch Zug oder Druck oder durch beide Kräfte zugleich die Zertheilung bewirkt.

Die anatomische Untersuchung der Knochenbrüche im frischen Zustande ergibt in mehrfacher Hinsicht zahlreiche und charakteristische Verschiedenheiten, welche der allgemeinen Eintheilung der Knochenbrüche zu Grunde gelegt werden. Die wichtigsten Verschieheiten betreffen

A. die Art und Weise der Continuitätstrennung des Knochens;

B. das Verhalten der Weichtheile in der Umgebung der Bruchstelle;

C. das Lageverhältniss der Bruchstücke zu einander.

Wir werden diese Verhältnisse im Folgenden der Reihe nach besprechen und durch zahlreiche Abbildungen erläutern.

Die Abbildungen in diesem und den nächsten Abschnitten sind (mit Ausnahme einiger Figuren mit besonderer Quellenangabe) sämmtlich Originalzeichnungen entnommen, welche ich von Präparaten aus der Sammlung, die mein Vater während einer 40jährigen klinischen Thätigkeit angelegt hat, habe anfertigen lassen. Der Benützung dieser Sammlung, welche mir zur freien Verfügung stand, verdanke ich um so werthvollere Dienste, als sie nicht nur äusserst reichhaltig ist, sondern auch manche Raritäten und sogar Unica enthält.

A. Art der Knochentrennung.

Im Einklange mit den zahllosen Verschiedenheiten der Entstehungsweise der Knochenbrüche sowie mit der grossen Mannigfaltigkeit der Gestalt und Textur der Knochen sind auch die zur Beobachtung kommenden Bruchformen äusserst wechselnd. Trotzdem lassen sich dieselben in eine Anzahl typischer Kategorieen einreihen, welche ihrerseits wieder für die Entstehungsweise und die Lokalität des Bruches, beziehungsweise auch für das Alter des Verletzten charakteristisch sind. Die Berücksichtigung dieser letzteren Momente gestattet daher bei der Diagnose am Lebenden Schlüsse auf die vorhandene Form des Bruches zu machen und hieraus weiterhin werthvolle Anhaltspunkte für die Behandlung zu gewinnen. Schon aus diesem Grunde muss unsere Aufgabe bei der Betrachtung der verschiedenen Arten von

Knochenbrüchen vorzugsweise darauf gerichtet sein, die gesetzmässigen Bedingungen in dem Auftreten der einzelnen Bruchformen möglichst genau aufzuklären und festzustellen.

Man unterscheidet zunächst nach dem Grade der Continuitätstrennung die **unvollständigen** und **vollständigen** Knochenbrüche.

a) Unvollständige Knochenbrüche (Fracturae incompletae).

Als unvollständigen Bruch bezeichnen wir einen solchen, bei welchem nur ein Theil der Continuität des Knochens getrennt ist, und zwar so, dass hiebei kein Theil des Knochens vollständig aus seinem Zusammenhange gelöst ist.

Zu den unvollständigen Brüchen gehört 1) die Infraction und 2) die Fissur. Dagegen rechnen wir nach obiger Definition die Abtrennung kleiner Knochenstücke, welche die Continuität und Solidität des ganzen Knochens nicht beeinträchtigen, nicht (wie Malgaigne) zu den unvollständigen, sondern zu den vollständigen Brüchen.

Die unvollständigen Fracturen kommen im Vergleiche zu den vollständigen, bei denen der Knochen an einer Stelle ganz und gar in seiner Continuität getrennt ist, ungleich seltener vor, da jene vorzugsweise auf ein bestimmtes Lebensalter beschränkt sind.

Cap. I.

Die Infraction.

Einknickung. Knickbruch. Partielle Fractur.

(Fracture incomplète. Bent bone.)

Infractionen sind solche Continuitätstrennungen der Knochen, welche nicht die ganze Dicke derselben durchdringen und entweder mit einer Knickung oder einem Eindrucke oder einer Zusammenpressung an der Bruchstelle verbunden sind.

Die erstere Form, die Infraction mit Knickung, findet sich an den langen Knochen, namentlich den Röhrenknochen der Extremitäten, die zweite Form, die Infraction mit Eindrückung, an gewissen platten Knochen, speciell den Schädelknochen, die letzte Form, die Infraction mit Zusammenpressung (Compressionsbruch) an spongiösen Knochen und Knochentheilen.

1. Infraction der langen Knochen mit Knickung. Knickbruch.

§. 59. Bei den Infractionen der langen Knochen sind diese geknickt, ganz in derselben Weise wie eine Weidenruthe oder ein frischer Ast („green-stick fracture"); die Rindensubstanz des Knochens ist auf der convexen Seite des Knickungswinkels gebrochen, auf der conkaven blos verbogen. Die Bruchlinie verläuft somit in querer Richtung, d. h. senkrecht zur Längsachse des Knochens, so dass die Infractionen der langen Knochen als unvollständige Querbrüche zu definiren sind.

Das Zustandekommen solcher typischen Infractionen setzt bestimmte physikalische Eigenschafteu der Knochen, eine gewisse Weichheit und Biegsamkeit voraus, wie sie nur dem kindlichen Skelette eigen sind. Daher kommt denn die weitaus grosse Majorität der Knickbrüche bei Kindern zur Beobachtung, während die spröderen Knochen der Erwachsenen viel mehr zum vollständigen Zerbrechen geneigt sind und Infractionen derselben zu den grössten Raritäten gehören. Aus diesem Grunde erscheint es zweckmässig, die Infractionen bei Kindern und Erwachsenen gesondert zu besprechen, zumal beide auch in ihrem äusseren Verhalten wesentliche Verschiedenheiten darbieten.

§. 60. Was zunächst die Infractionen der langen Knochen bei Kindern anlangt, so sind dieselben streng genommen von den sogenannten traumatischen Knochenbiegungen oder Krümmungen (Courbure accidentelle traumatique. Bending without fracture) zu trennen, welche gleichfalls fast ausschliesslich bei Kindern beobachtet werden. Letztere unterscheiden sich dadurch, dass die durch starke Biegung erzeugte Knochenkrümmung ohne jede Continuitätstrennung des Knochens besteht. Ihr Vorkommen steht trotz der häufig dagegen erhobenen Bedenken ausser Zweifel. Denn durch Versuche an Leichen junger Kinder kann man sich leicht überzeugen, dass die Knochen derselben zuweilen sehr beträchtlich, bis zu einem rechten oder gar spitzen Winkel gebogen werden können, ohne zu zerbrechen, und zwar um so eher, je dünner und daher elastischer dieselben sind: hört die gewaltsame Biegung auf, so richten sich die Knochen spontan wieder fast ganz gerade. Nur bei den Gliedern mit zwei Röhrenknochen behalten letztere dann ihre gebogene Form bei, wenn neben der Biegung des einen Knochens eine Infraction des anderen besteht. In allen anderen Fällen, in denen eine plötzliche traumatische Krümmung höheren Grades permanent bleibt, finden sich bei genauer anatomischer Untersuchung, nöthigenfalls mit bewaffnetem Auge, wenigstens kleine Trennungen der Knochensubstanz vor, so dass wir sie als Infractionen niedersten Grades ansprechen müssen. Uebrigens ist ja begreiflicher Weise eine Unterscheidung beider Verletzungen, der Infractionen und Biegungen, am Lebenden niemals möglich.

Ueber die Häufigkeit des Vorkommens der Infractionen bei Kindern lassen sich nicht einmal ungefähre Angaben machen, da wir weder über ihre absolute noch über ihre relative Frequenz im Verhältniss zu den completen Fracturen im Kindesalter brauchbare Anhaltspunkte besitzen. Die vorliegenden Beobachtungen sind ziemlich spärlich und dazu vielfach nicht beweisend, allein schon der Umstand, dass sich experimentell Infractionen leicht erzeugen lassen, berechtigt wohl zu der Annahme, dass sie häufiger vorkommen, ohne erkannt zu werden. Von den einzelnen Knochen des kindlichen Skeletts werden nach der allgemeinen Annahme am häufigsten die Vorderarmknochen im mittleren und unteren Drittheil von Infractionen betroffen (Gurlt hat etwa 60 Fälle aus der Literatur gesammelt), nur Hamilton beobachtete sie häufiger am Schlüsselbein (unter 142 Fracturen 29 Infractionen), als an den Vorderarmknochen (unter 209 Fracturen 12 Infractionen). An den übrigen langen Knochen, namentlich den Unter-

schenkelknochen, dem Femur und Humerus sind dagegen Infractionen nur sehr selten beobachtet worden. Die Frequenz variirt ferner nach dem Lebensalter; die grösste Zahl von Infractionen fällt auf das 3. bis 10. Lebensjahr (das Maximum speciell auf das 7.—8. Jahr), während in der frühesten Lebenszeit, intra partum und bei Neugeborenen niemals Infractionen, sondern blos Fracturen vorkommen.

Die angeführten Frequenzverhältnisse finden ihre Bestätigung in den Ergebnissen der Leichenexperimente, welche in grosser Anzahl namentlich von Thore angestellt worden sind. Letztere verdienen namentlich zur Ergänzung des spärlichen klinischen Materiales herangezogen zu werden.

Thore machte an etwa 60 Leichen von Kindern im Alter von 1 Tag bis zu 12 Jahren Versuche mit gewaltsamer Biegung der Glieder und erhielt hiebei folgende Resultate:

a) Bei 20 Kindern im Alter von 1 Tag bis 1 Monat gelang es nicht, Krümmungen oder Infractionen zu erzielen, indem stets vollständige Brüche zu Stande kamen.

b) Bei 11 Kindern im Alter von 1 Monat bis 1 Jahr beobachtete er am häufigsten sehr starke Krümmungen ohne Spur von Trennung namentlich an den Vorderarm- und Unterschenkelknochen, seltener unvollständige und vollständige Fracturen, letztere stets am Femur und Humerus.

c) Bei 15 Kindern im Alter von 1—3 Jahren war wieder die grosse Biegsamkeit der Knochen auffällig; daneben Infractionen.

d) Bei 9 Kindern im Alter von 3—12 Jahren waren die Brüche bald unvollständig, bald vollständig; letzteres um so eher, je älter die Kinder waren.

Die Gelegenheitsursachen der Infractionen sind im Allgemeinen dieselben wie die der Fracturen, meistens indirekte Gewalten, wie namentlich bei den Infractionen der Vorderarmknochen Fall auf die Hand. In mehreren Fällen von Infraction der Unterschenkelknochen war die Gewalt eine direkte, z. B. Hinübergehen eines Wagenrades über das hohl aufliegende Glied. In einem von Betz beobachteten Falle war die gleichzeitige Infraction des einen und Fractur des anderen Oberschenkels bei einem Kinde von 13 Monaten dadurch entstanden, dass das auf dem Arme getragene Kind plötzlich hintenüber fiel, während in demselben Augenblicke der Träger des Kindes die Oberschenkel fester an sich drückte.

Ueber das anatomische Verhalten der Infractionen geben neben den wenigen Sektionsergebnissen die Resultate der Experimente an Kinderleichen Aufschluss, welche namentlich von Thore, Malgaigne und Gurlt angestellt sind. Die Bruchstelle verräth sich in der Regel durch eine bald mehr, bald weniger stark ausgeprägte Krümmung oder Knickung der Achse. Das Periost ist daselbst gewöhnlich vollständig intakt, in einzelnen Fällen jedoch auch mehr oder weniger zerrissen. An der Convexität des Knickungswinkels (selten an der Conkavität) findet sich eine Continuitätstrennung der Knochensubstanz, welche eine querverlaufende, gewöhnlich mehr oder weniger zackige Bruchlinie darstellt. Dieselbe dringt bald nur eben durch die Cortikalsubstanz hindurch, bald weiter in die Tiefe, etwa bis zur Mitte der Dicke des Knochens, bald geht sogar die Trennung fast durch die ganze Dicke des Knochens hindurch, so dass nur eine dünne Brücke von Rindensubstanz stehen bleibt. Auf der entgegengesetzten Seite der Krümmung, also gewöhnlich an der Conkavität derselben, ist der Knochen häufig ganz glatt und intakt, zuweilen zeigt jedoch die

Rindenschichte einzelne Längsrisse oder quere Runzeln oder ist, ähnlich wie bei einer geknickten Federpose, in das Mark hineingedrückt (Fig. 2).

Fig. 2.



Infraction des Radius bei einem 12jähr. Kinde. Nach Vidal.

Besonders charakteristisch ist das Verhalten der Knickungsstelle bei Bewegungsversuchen. Da natürlich jede Verschiebbarkeit in der Länge und nach der Seite fehlt, ist die Beweglichkeit nur eine charnierartige in der Richtung einer Vergrösserung oder Verkleinerung des Knickungswinkels. Während jedoch die Vergrösserung des Knickungswinkels leicht gelingt, erfordert die Verkleinerung oder Geradestreckung desselben stets eine stärkere Gewalt, wobei oft ein deutliches Geräusch des Zerbrechens wahrzunehmen ist. Denn die nicht zerbrochenen, sondern gebogenen Theile des Knochens lassen sich leichter noch weiter einknicken, als in entgegengesetzter Richtung gerade richten. Ja es liegen sogar nicht wenige Beobachtungen vor, in denen selbst bei Anwendung beträchtlicher Gewalt, welche theils in einem Zuge an den beiden Enden, theils in einem Drucke auf die Spitze des Knickungswinkels bestand, die Dislokation sich nicht vollständig reponiren liess. In diesen Fällen liegt das Repositionshinderniss darin, dass an der Bruchstelle einzelne gegenüberstehende Zacken fest ineinander greifen oder eingekeilt sind, oder dass die eingebrochene Knochenwand sich an der gegenüber liegenden sperrt (Fig. 3).

Fig. 3.



Infraction der Clavicula bei einem 5jährigen Kinde. Nach Holmes[1]).

Die Diagnose der Infractionen ist je nach dem Verhalten der Bruchstelle, namentlich je nach dem Grade der Trennung und Dislokation bald leicht und sicher, bald nur mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit zu stellen. Sie gründet sich zumeist auf die vorhandene Difformität des Gliedes in Form einer Krümmung oder winkeligen Knickung der Achse. Diese Erscheinung wird in keinem typischen Falle vermisst. Es soll zwar damit nicht durchaus in Abrede gestellt werden, dass bei einer Infraction sich der Knochen sofort vermöge seiner Federkraft wieder gerade richten kann, allein ein solcher Fall ist bisher durch die anatomische Untersuchung noch nicht constatirt und lässt sich jedenfalls am Lebenden nicht mit genügender

---

[1]) Präparat des St. Georg's Hospital Museum. Holmes, Surgical treatment of children's diseases. London 1868, p. 235.

Sicherheit erkennen. Hamilton allein will diese Verletzung häufiger beobachtet haben, und zwar ausschliesslich am Schlüsselbeine, indem er unter 29 von ihm beobachteten Infractionen der Clavicula wenigstens 6 Fälle anführt, in denen der Knochen sofort und selbständig zu seiner natürlichen Achse zurückgekehrt ist. Die einzige Erscheinung, auf welche Hamilton die Diagnose der Infraction bei fehlender Difformität gründete, war eine umschriebene Anschwellung, welche einige Tage nach einer indirekten Gewalteinwirkung am Schlüsselbeine auftrat, während abnorme Beweglichkeit und Crepitation nie nachzuweisen war.

Ist Difformität in Form von Achsenknickung vorhanden, so lässt sich die Unterscheidung der Infraction von einer Fractur namentlich aus der eben besprochenen Art der abnormen Beweglichkeit machen. Charakteristisch für die Infraction ist eine lediglich charnierartige Beweglichkeit in der Continuität eines Knochens, bei welcher sich der Knickungswinkel leichter vergrössern als verkleinern lässt, während dagegen eine Verschiebbarkeit nach der Seite oder Länge mit Sicherheit für eine vollständige Fractur spricht. Fehlt die abnorme Beweglichkeit bei vorhandener Difformität, so wird hiedurch das Vorhandensein einer Infraction nicht ausgeschlossen, da jene bei sehr geringfügiger Knochentrennung oder beim Ineinandergreifen der Bruchzacken kaum nachweisbar ist. Von den übrigen Kennzeichen der Knochenbrüche fehlt bei den Infractionen die Crepitation, während Schmerz, Anschwellung und Funktionsstörung in ähnlicher Weise, wenn auch meist in geringerem Grade vorhanden sind.

Die Prognose der Infractionen ist im Allgemeinen bezüglich des Zustandekommens der Heilung sehr günstig, jedoch gegenüber den Fracturen nicht in dem Maasse günstiger, als vielfach angenommen wird. Was zunächst die gewöhnliche Annahme betrifft, dass die Heilung einer Infraction immer kürzere Zeit als die einer Fractur in Anspruch nehme, so scheint dieselbe keineswegs ausgemacht. Denn die Heilung der unvollständigen und vollständigen Brüche erfolgt auf demselben Wege mittelst Vereinigung der Fragmente durch Callus und erfordert daher auch denselben Zeitraum bis zu ihrer Vollendung. Wenn nun auch zuzugeben ist, dass die Gebrauchsfähigkeit nach einer Infraction sich bälder wieder einstellt, als nach einer Fractur, so ist das mit der vollkommenen Heilung und Rückkehr zur Norm nicht der Fall. Ja es mag sich sogar hin und wieder die Heilung einer Infraction länger hinausziehen als die einer gleichnamigen Fractur, da ja die zur Callusbildung nothwendige Reaktion von dem Grade der Verletzung des Periostes und Knochens abhängt. Wenigstens spricht hiefür die oben angeführte Beobachtung von Betz, welcher bei einer gleichzeitigen Infraction des einen und Fractur des anderen Oberschenkels Gelegenheit hatte, 40 Tage nach der Verletzung die Bruchstellen anatomisch zu untersuchen; es fand sich „bei dem frakturirten Schenkelknochen die Callusmasse ungleich reichlicher, fester, zur Fixirung tauglicher, als bei den infraktionirten“.

Ueberdiess fällt bei der Prognose in's Gewicht, dass bei Infractionen sich die vorhandene Difformität erfahrungsgemäss ziemlich oft gar nicht oder nur unvollständig beseitigen lässt: es kann dann ent-

weder eine dauernde Missstaltung zurückbleiben, oder, wie es bald absichtlich, bald unabsichtlich geschehen ist, durch gewaltsame Repositionsversuche die unvollständige in eine vollständige Fractur umgewandelt werden.

Die Hauptaufgabe der Therapie liegt in der Beseitigung der Difformität, und nur in dieser Beziehung weicht das Verfahren von dem bei Fracturen einigermassen ab. Häufig genügt ein einfaches Geraderichten mit den Händen, bei stärkerer Knickung verbunden mit direktem Drucke beider Daumen auf die Spitze des Winkels. Gelingt auf diese Weise die Reposition nicht, weil die Knochenzacken zu fest in einander gekeilt sind oder weil die eingebrochene Knochenwand sich an der gegenüberliegenden sperrt, so kann man versuchen, durch Anlegung eines entsprechenden Zug- oder Druckverbandes eine allmälige Beseitigung der Difformität zu erzielen. Ein solcher Verband muss aber wegen der Gefahr von Seiten eines anhaltenden Druckes mit grösster Vorsicht angelegt und überwacht werden. Bietet dieses Verfahren in schweren Fällen keine genügende Aussicht auf Erfolg, so ist man berechtigt, durch gewaltsames Geraderichten, d. h. durch weiteres Einbrechen der sich widersetzenden Knochenfasern die Heilung ohne Difformität zu ermöglichen. Nach der Reposition ist derselbe Contentivverband anzulegen wie bei gleichnamigen Fracturen und auch ebenso lange liegen zu lassen. Bleibt nach der Consolidation noch einige Difformität in Folge unvollkommener Reposition zurück, so kann noch nach Wochen oder Monaten, wie einige Beobachtungen lehren, auf spontanem Wege eine allmälige Geraderichtung erfolgen.

§. 61. Infraction der langen Knochen bei Erwachsenen. Wenngleich die Knochen Erwachsener vermöge ihrer physikalischen Eigenschaften, ihrer grösseren Härte und Sprödigkeit viel eher zum vollständigen Zerbrechen als zum Einknicken geneigt sind, so ist doch das Vorkommen von Biegungen und Infractionen bei Erwachsenen sicher erwiesen. Und zwar ist es offenbar die senile Knochenatrophie, welche ihr Zustandekommen begünstigt, da sie im Greisenalter häufiger als im Mannesalter beobachtet werden. Immerhin sind die isolirten Infractionen, wenigstens an den langen Röhrenknochen, als grosse Raritäten zu bezeichnen, wenn man die wenigen in der Literatur sicher verbürgten Fälle berücksichtigt. Dagegen kommen sie häufiger neben vollständigen Brüchen vor, und zwar entweder gleichzeitig an einem und demselben Knochen oder an Gliedern mit zwei Röhrenknochen in der Art, dass der eine eine Infraction, der andere eine Fractur aufweist. Ueberdiess ist wohl nicht daran zu zweifeln, dass auch die isolirten Infractionen in Wirklichkeit häufiger vorkommen, wenn man bedenkt, dass sie natürlich selten Gegenstand der anatomischen Untersuchung werden und dass ihre Erkenntniss im Vergleich zu der der vollständigen Fracturen viel schwieriger und unsicherer, ja sogar häufig ganz unmöglich ist. Hiefür sprechen auch die Ergebnisse der Experimente von Messerer über die Festigkeit der Knochen, der an allen Knochen und in allen Lebensaltern sowohl durch Biegung als durch Zerknickung und Torsion unvollständige Brüche erzeugte. Allerdings kommt bei diesen Experimenten in Betracht, dass die Kraft

immer nur so weit gesteigert wurde, als zur Continuitätstrennung gerade nöthig war.

Was zunächst die traumatischen Knochenbiegungen betrifft — wenn wir dieselben dadurch von den Infractionen unterscheiden, dass wenigstens bei der äusseren Untersuchung keine Continuitätstrennung wahrnehmbar ist — so wurde ihr Vorkommen bei Erwachsenen gänzlich in Abrede gestellt. Erst neuerdings ist jedoch von Uhde ein Fall von traumatischer Biegung der Ulna mitgetheilt, welcher die Möglichkeit einer solchen Verletzung bei Erwachsenen beweist.

Ein 22jähriger Schlosser war in einer Fabrik mit dem linken Arme auf eine in Bewegung befindliche eiserne Transmissionswelle gerathen und um diese 10—15 mal herumgeschleudert. Ausser anderen Verletzungen an dem Arme hatte die Ulna bei der Aufwicklung die Form einer Schraubenlinie angenommen, ohne dass anderweitige Verletzungen an ihr ersichtlich waren. Die stärkste Abweichung der Schraubenkurve von der über die Endpunkte des Knochens gelegten geraden Linie betrug 2,9 cm.

Die Infractionen der langen Röhrenknochen bieten keineswegs das typische Bild dar wie im Kindesalter. Es fehlt bei jenen (abgesehen von den Infractionen des Schenkelhalses bei Greisen) jede winkelige Knickung, so dass sie eigentlich den im nächsten Abschnitte zu besprechenden Fissuren ausserordentlich nahe stehen und sich von letzteren nur durch den mehr queren Verlauf der Trennungslinie unterscheiden.

Die Mehrzahl der bekannt gewordenen Fälle betrifft Infractionen des Oberschenkels. Die wenigen an der Diaphyse und den Condylen beschriebenen Fälle werden mit mehr Recht zu den Fissuren gerechnet, dagegen bieten die Infractionen des Schenkelhalses manche Besonderheiten dar.

Zuerst wurde von Colles und Adams auf das Vorkommen von partiellen Fracturen des Schenkelhalses aufmerksam gemacht; ersterer beschrieb intrakapsuläre, letzterer extrakapsuläre Infractionen. Die Richtigkeit dieser Deutung der von beiden Autoren beschriebenen Präparate wurde von R. W. Smith bestritten und zum Theil auf Grund einer Revision der Präparate widerlegt. Ausserdem wurden jedoch von Tournel, W. King, Thudichum, Mussey, Jackson und neuerdings von König Beschreibungen solcher Infractionen gegeben, welche das Vorkommen derselben ausser Zweifel stellen. Es sind sämmtlich rein intrakapsuläre Infractionen, mit Ausnahme der Fälle von Tournel und Mussey, in welchen die Bruchlinie theils innerhalb, theils ausserhalb der Kapsel verlief. Bald ist die obere, bald die untere oder hintere Wand des Schenkelhalses gebrochen, und die gegenüberliegende Corticalis hält etwa zu $1/2$ oder nur $1/3$ des Umfangs die Continuität aufrecht. In zwei Fällen fehlte jede Dislokation und lagen die Ränder der queren Bruchspalte überall dicht an einander (Fig. 4). In den anderen Fällen war der Schenkelkopf bald nach unten, bald nach hinten und oben umgebogen und die eingebrochene Wand des Halses in die Spongiosa des Kopfes eingekeilt (Fig. 5).

Diese Umbiegung setzt natürlich eine gewisse Nachgiebigkeit und Biegsamkeit der nicht gebrochenen Rindenpartie voraus, wie sie bei vorgeschrittener Rarefaktion des Knochengewebes durch excentrische Atrophie vorkommt. Hiemit stimmt überein, dass alle Fälle der letzteren Art bei Greisen beobachtet sind. Ueberdiess mag zur Erklärung des Zustandekommens solcher Infractionen, bei denen offenbar nur eine wenig stärkere Gewalt, vielleicht allein das Körpergewicht, zum vollständigen Zerbrechen ausgereicht haben würde, in manchen Fällen auch die Thatsache dienen, dass in einem Falle neben der Infraction gleichzeitig eine Fractur des Trochanter major, in zwei anderen ein Querbruch der Diaphyse des Femur derselben Seite vorhanden war, so dass durch diese letzteren die frakturirende Gewalt sich grösstentheils erschöpft hatte, beziehungsweise die Möglichkeit von Gehversuchen ausgeschlossen wurde.

Es mag übrigens noch daran erinnert werden, dass an Präparaten von geheilten Fällen die Diagnose einer Infraction nur mit grosster Vorsicht zu stellen ist, da die mit Einkeilung geheilten Infractionen von den vollständigen Fracturen des Schenkelhalses mit Einkeilung nur schwer zu unterscheiden sind. Es muss daher auch die Vermuthung von König, dass wohl die Mehrzahl der knöchern geheilten Intracapsularfracturen Infractionen darstellen, als sehr fraglich erscheinen.

Fig. 4.



Infraction des Schenkelhalses bei einem 42jähr. Manne durch Sturz aus der Höhe, complicirt mit einem Bruche der Mitte desselben Oberschenkels und des Rückgrates. Tod nach 18 Tagen. Nach Mussey[1]).

Fig. 5.



Infraction des Schenkelhalses bei einem 71jähr. Manne durch Ausgleiten auf dem Strassenpflaster, complicirt mit Bruch des Trochanter major. Einkeilung der unteren Corticalis in den Kopf, Biegung der oberen Corticalis ohne Bruch. Nach Thudichum[2]).

An den Vorderarmknochen beobachtete Heyfelder bei einem 24jährigen Müller nach einer Verletzung durch ein Mühlrad mehrfache Infractionen (gleichzeitig an Radius und Ulna). Desgleichen Bennet bei einem 21jährigen Manne in Folge gewaltsamer Rotation des Armes durch eine Maschine, sowie Körte bei einem 17jährigen Burschen, welcher mit dem rechten Arme zwischen Welle und Treibriemen einer Maschine gekommen war. In dem letzteren Falle war der Vorderarm bogenförmig dorsalwärts gekrümmt; die Ulna war 5 cm oberhalb des Handgelenkes auf der volaren Seite zu $^{2}/_{3}$ gebrochen, der Radius an der oberen Grenze des mittleren Drittels infraktionirt.

Eine Infraction der Tibia ist von Menzel beobachtet worden.

Dieselbe war bei einem 48jährigen Manne entstanden durch Hinübergehen eines Wagenrades über den Unterschenkel, wodurch etwa $^{7}/_{8}$ der Peripherie der Tibia quer gebrochen wurde; nur die innere Tibiakante, über welche gerade das Rad gesetzt hatte, war vollkommen unversehrt, auch ohne Spur von Fissur, und ebenso die Fibula ganz intakt.

An der Fibula beobachtete Cloquet eine Infraction in Folge von Verschüttung im Steinbruch; die quere Bruchlinie erstreckte sich

---

1) Americ. Journ. of the med. scienc. April 1857, p. 306.
2) Illustr. med. Zeitung. 1855. Bd. III, S. 23, Taf. II Fig. 3.

blos durch die innere Hälfte der Dicke des Knochens, welcher im Uebrigen vollständig unverletzt war. Tibia intakt.

Hiezu füge ich einen weiteren Fall von Infraction der Fibula, welcher in der Tübinger Klinik zur Beobachtung gekommen ist. Er betrifft einen Mann in den vierziger Jahren, welcher durch Hinübergehen eines Wagenrades eine vollständige Fractur im mittleren Drittheil der Tibia und einen unvollständigen Querbruch der Fibula in derselben Höhe erlitten hatte (Fig. 6).

Fig. 6.



Infraction der Fibula. Ansicht von der vorderen und hinteren Seite. Natürliche Grösse.

Ausser diesen seltenen partiellen Fracturen der langen Röhrenknochen kommen solche auch an gewissen platten Knochen vor, welche in ihrer Erscheinungsweise jenen ersteren ausserordentlich nahe stehen und daher an dieser Stelle anzureihen sind. Weitaus am häufigsten sind dieselben an den Rippen beobachtet, ja es gehört sogar die Einknickung einer oder mehrerer Rippen, welche bald isolirt, bald neben vollständigen Rippenbrüchen vorkommt, zu den häufigeren Verletzungen derselben. Allerdings lässt sich die Diagnose am Lebenden nur bei genauer Untersuchung stellen, da ausser einer abnormen Biegsamkeit der Rippe an der Einknickungsstelle keine Erscheinungen veranlasst werden. Die Continuitätstrennung betrifft bald die innere, bald die äussere Tafel, je nach dem Mechanismus ihrer Entstehung: die innere bei direkter Gewalteinwirkung, wodurch die normale Krümmung der Rippe abgeflacht wird, die äussere Tafel bei indirekter Gewalteinwirkung, wodurch die Krümmung vermehrt wird. Bei der anatomischen Untersuchung findet sich die betreffende Corticalis mehr oder weniger vollständig getrennt, das Periost sehr häufig erhalten, die gegenüberliegende Tafel ohne Spur von Verletzung (Fig. 7).

Fig. 7.



Infraction einer Rippe. Zweifache Vergrösserung.

Ferner sind am Brustbein einige Fälle von Infractionen beobachtet, bei denen die Trennung nur die hintere Fläche desselben betraf. In dem einen Falle (Senator) verlief die Bruchlinie in querer, in dem anderen (Brotherston) in schräger Richtung.

Hiezu füge ich zwei in der Literatur bisher nicht beschriebene Fälle von Infraction des Schlüsselbeines und des Acromion sowie solche des Dornfortsatzes eines Brustwirbels und des Körpers eines Lendenwirbels, welche sämmtlich in der Tübinger Klinik beobachtet wurden.

Die Infraction des Schlüsselbeines wurde bei einem 24jährigen Manne durch direkten Schlag auf die obere Fläche bewirkt. Die Rinde daselbst ist winkelig geknickt, sonst unverletzt, ohne Spur eines Bruches oder Sprunges. Die übrige Dicke des Knochens ist durch eine klaffende Bruchspalte mit zackigen Bruchrändern getrennt (Fig. 8 und 9).

Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 8. Infraction der Clavicula. Ansicht von vorne in halber Grösse. Fig 9. Ansicht der Bruchstelle von der unteren Fläche in natürlicher Grösse.

Die Infraction des Acromion wurde bei einem 54jährigen Manne beobachtet, welcher durch Herabstürzen von einem Baugerüste gleichzeitig eine tödtliche Kopfverletzung erlitten hatte. Die Infraction konnte aus der charnierartigen Beweglichkeit am Lebenden diagnosticirt werden (Fig. 10 und 11).

Fig. 10.

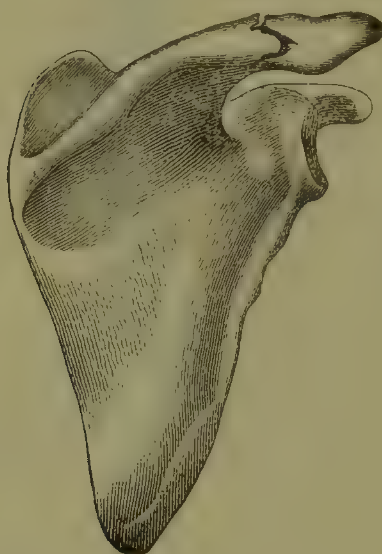


Fig 11.

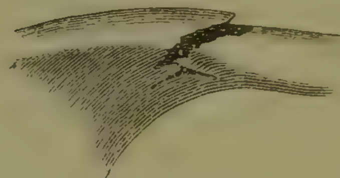
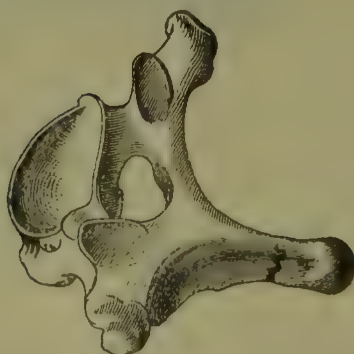


Fig. 10. Infraction des Acromion. Fig. 11. Ansicht der Bruchstelle in natürl. Grösse.

Die Infraction des Dornfortsatzes eines Brustwirbels (Fig. 12) sowie die des Körpers eines Lendenwirbels (Fig. 13) waren durch Sturz aus der Höhe entstanden.

Fig. 12.



Infraction des Proc. spinos. eines Brustwirbels:

Fig. 13.



Infraction des Körpers eines Lendenwirbels.

2) Infraction der platten Knochen (namentlich der Schädelknochen) **mit Eindrückung. Eindruck. Impression** (Enfoncement).

§. 62. Die Infractionen an den platten und breiten Knochen stellen sich unter dem Bilde eines Eindruckes dar. Sie werden fast ausschliesslich an den Knochen des Schädelgewölbes, selten an den Beckenknochen und am Schulterblatte beobachtet. Sind diese Impressionen auch in ihrem wesentlichen Verhalten identisch mit den Knickbrüchen der langen Knochen, so bedingt doch die Verschiedenheit der Gestalt der platten und langen Knochen sowie der brechenden Gewalt einen auffallenden Unterschied in der Erscheinungsweise beider Arten von Infractionen. Während die eine dem Bilde eines geknickten Stabes ähnlich ist, lässt sich die andere mit dem Eindrucke einer Hohlkugel oder Blechkapsel vergleichen. Indem wegen des näheren Details auf den Abschnitt dieses Werkes über Kopfverletzungen zu verweisen ist, mögen hier der Vollständigkeit halber nur einige kurze allgemeine Bemerkungen über diese Art von Infractionen angeführt werden.

Zunächst kommen analog den traumatischen Biegungen der Röhrenknochen traumatische Eindrücke der Schädelkapsel ohne Spur von Continuitätstrennung vor. Dieselben sind mit Sicherheit nur am Schädel Neugeborener constatirt worden, also intrauterin vor oder während der Geburt entstanden, während die nach der Geburt entstandenen Schädeleindrücke stets mit Rissen oder Sprüngen verbunden sind. Jene einfachen Eindrücke sind nur in einigen seltenen Fällen (Schmitt, Schnuhr) als Folge von Gewalten beobachtet worden, welche kürzere oder längere Zeit vor der Geburt den Leib der Schwangeren getroffen hatten. Die meisten kommen, wie wir bereits früher (§. 57) bezüglich der Aetiologie der angeborenen Schädelfracturen erwähnten, den Geburten bei engem Becken zu, mögen dieselben auf natürlichem oder künstlichem Wege vollendet werden. Im letzteren Falle verdanken sie jedoch ihre Entstehung nicht dem direkten Drucke der Zangenlöffel, sondern dem Drucke des Promontorium auf das Scheitel- oder Stirnbein. Sie stellen sich bald als sogenannte rinnenförmige Einbiegungen dieser Knochen, bald als trichter- oder löffelförmige Impressionen dar, welche selbst bis zu einer Tiefe von mehr als 1,5 cm reichen können, ohne dass sich Spuren einer Continuitätstrennung im Knochen entdecken lassen.

Die nachstehende Abbildung (Fig. 14) zeigt einen solchen mehr als 1 cm tiefen löffelförmigen Eindruck des rechten Stirnbeines eines Neugeborenen, das ohne Kunsthülfe geboren war. Der Kopf war mehrere Stunden im Beckeneingang stehen geblieben, Conjugata 3 Zoll.

Die nach der Geburt entstandenen Schädeleindrücke sind stets mit Continuitätstrennungen in Form von Sprüngen, Rissen oder wirklichen Brüchen verbunden. Sie entstehen durch Einwirkung von Gewalten mit kleiner Angriffsfläche und relativ mässiger Intensität, z. B. durch Schlag mit einem Hammer oder Stock, durch Wurf mit einem Steine, Streifschuss u. s. w.

Zu den reinen Infractionen sind jedenfalls die allerdings äusserst seltenen Fälle zu rechnen, in denen die Verletzung nur die eine Tafel betrifft. So kommt es vor, dass nur die äussere Tafel in die Diploë eingedrückt ist ohne Verletzung der Glastafel; die erstere weist dann

eine flache grubenförmige Vertiefung auf, welche meist von einem haarfeinen cirkulären Sprunge umkreist wird. Natürlich ist eine solche isolirte Impression der Externa nur möglich, wenn der Eindruck nur wenige Millimeter tief und sehr wenig ausgedehnt (bis fingernagelgross) ist, und wenn die Diploë daselbst eine gewisse Mächtigkeit besitzt. Ebenso kommt es auch vor, dass die Glastafel allein nach einwärts eingeknickt ist, während die äussere Tafel gar keine Trennung oder nur einen haarfeinen Sprung erkennen lässt.

Fig. 14.



Löffelförmige Impression des rechten Stirnbeines eines Neugeborenen.

Die tieferen Eindrücke dagegen betreffen stets beide Tafeln und gehen ohne scharfe Grenzen in die vollständigen Brüche mit Eindruck über. Denn ihr Verhalten ist gewöhnlich das, dass an der Peripherie des Eindruckes die Trennung nur durch die eine (gewöhnlich die äussere) der beiden Tafeln hindurchgeht, während die andere nur eingeknickt ist, dass jedoch das Centrum des Eindruckes eine oder mehrere, zuweilen radiär ausstrahlende Spalten trägt, welche entweder nur die Rinde oder die ganze Dicke des Knochens durchsetzen. Im letzteren Falle ist der Uebergang zum vollständigen Bruche gegeben. Fehlt dagegen eine durchgehende Trennung und haftet die eingeknickte Partie fest an der Umgebung, so dass kein Theil des Knochens vollständig aus seinem Zusammenhange gelöst ist, so zeigt die Verletzung alle Charaktere der Infraction und eine vollständige Analogie mit den Knickbrüchen der Röhrenknochen, wenn auch der gewöhnliche Sprachgebrauch keinen Unterschied von den vollständigen Schädelbrüchen zu machen pflegt.

3) Infraction spongiöser Knochen und Knochentheile mit Zusammenquetschung. Compressionsbruch (Middeldorpf). **Quetschungsbruch** (Roser). (Fracture par écrasement.)

§. 63. Auch an den spongiösen Knochen kommen unvollständige Brüche vor, welche keinen Theil des Knochens vollständig aus seinem Zusammenhange trennen. Das Wesentliche derselben besteht darin, dass das spongiöse Gewebe zusammengedrückt und verdichtet wird,

zuweilen sogar ohne jede äussere Bruchspalte. Die äusserlich sichtbare Erscheinung besteht in einer mehr oder weniger auffallenden Formveränderung, indem der Knochen in der Längsachse verkürzt, in der Querachse verbreitert wird; der Knochen wird niedriger und platter, aber auch breiter gedrückt.

Der Compressionsbruch wird am häufigsten an den Fusswurzelknochen, den Wirbelkörpern und den Epiphysen der langen Röhrenknochen beobachtet, in der reinsten Form namentlich am Calcaneus und den Wirbelkörpern. Er entsteht auf direktem oder indirektem Wege durch heftige Zusammenpressung oder Zusammenstauchung, meist in Folge eines Sturzes aus der Höhe. So wird der Calcaneus zwischen dem Boden und dem Talus zusammengepresst, indem letzterer zugleich nach Art eines Keiles wirkt und mehr oder weniger tief zwischen die beiden seitlichen Hälften des Calcaneus eindringt. Auch an den Wirbelkörpern wirkt gewöhnlich in Folge der gleichzeitigen Ueberbeugung nach vorne die Compression nicht gleichmässig, sondern am vorderen Rande am stärksten ein, so dass die Wirbelkörper eine keilförmige Gestalt annehmen. An den Epiphysen der Röhrenknochen, z. B. dem unteren Gelenkende des Radius kommt der Quetschungsbruch nur bei einer gewissen Brüchigkeit und Weichheit der Knochen vor, also fast ausschliesslich bei Greisen. Er unterscheidet sich hier von dem häufigeren Einkeilungsbruche dadurch, dass bei letzterem die spongiöse Substanz durch die hineingetriebene Diaphyse zertrümmert wird, während bei den eigentlichen Quetschungsbrüchen die Zermalmung derselben allein durch die äussere auf den Knochen einwirkende Gewalt bedingt ist.

Der Quetschungsbruch geht häufig in einen vollständigen Bruch und zwar in einen Splitterbruch über. Der Uebergang geschieht dadurch, dass von der Rindensubstanz vermöge ihres kompakten Gefüges leicht einzelne Stücke abgesprengt werden.

Bei der Diagnose des Quetschungsbruches muss vor Allem das Alter des Verletzten, die Art und Intensität der vorausgegangenen Gewalt und der Sitz des Bruches berücksichtigt werden. Von objektiven Erscheinungen findet man die beschriebene Formveränderung mehr oder weniger deutlich nachweisbar, namentlich Verbreiterung und unregelmässige Contouren des Knochentheiles sowie Verkürzung. Abnorme Beweglichkeit und Crepitation fehlen meist, die Reposition gelingt gar nicht oder höchst unvollkommen.

Cap. II.

Die Fissur.

Spaltbruch. Knochenspalt. Knochensprung. Knochenriss. Fêlure. Fente.

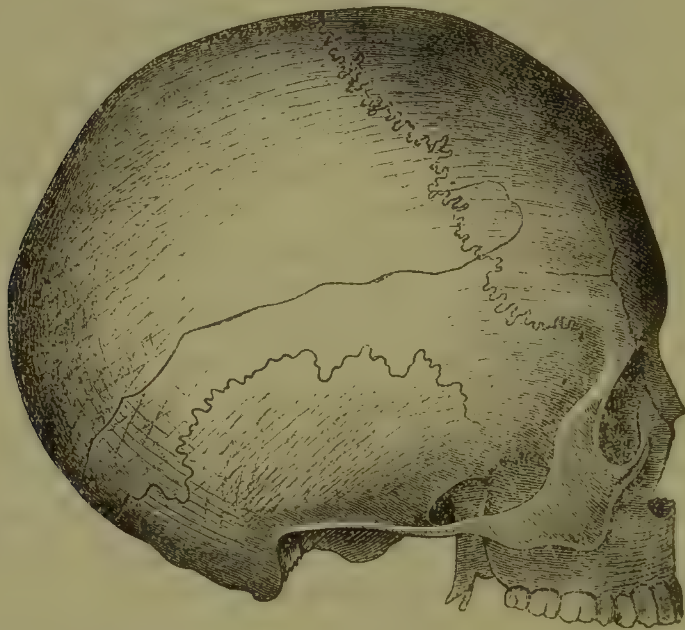
Fissuren sind solche unvollständige Knochenbrüche, welche als lineäre Spalten von verschiedener Länge und Tiefe den Knochen durchsetzen, ohne einen Theil desselben vollständig aus seinem Zusammenhange zu trennen. Sie sind vergleichbar dem Sprung in einem

Glase oder Teller, dem Riss in einem Brette. Die Spalten sind bald einfach, bald gabelförmig getheilt oder sogar mehrfach verästelt, ihre Ränder sind scharf und glatt. Ausserdem ist für die Fissuren im strengen Sinne charakteristisch, dass die Spaltränder nicht klaffen, sondern dicht an einander liegen und keine oder nur ganz geringe Beweglichkeit aufweisen.

Die Fissuren kommen in jedem Lebensalter vor, jedoch seltener an den weichen Knochen der Kinder als an den spröden Knochen der Erwachsenen.

§. 64. Am häufigsten werden Fissuren an den platten und breiten Knochen beobachtet, namentlich an den Schädelknochen, ferner an den Beckenknochen und am Schulterblatte. Sie dringen gewöhnlich durch die ganze Dicke des Knochens, also durch beide Rindentafeln sammt der Diploë hindurch, sind bald kurz, bald lang und erstrecken sich am Schädel entweder nur auf einen einzelnen, oder über mehrere Knochen, wobei sie die Nähte durchsetzen. Die nachstehende Abbildung (Fig. 15) stellt einen solchen sehr langen Spaltbruch dar,

Fig. 15.



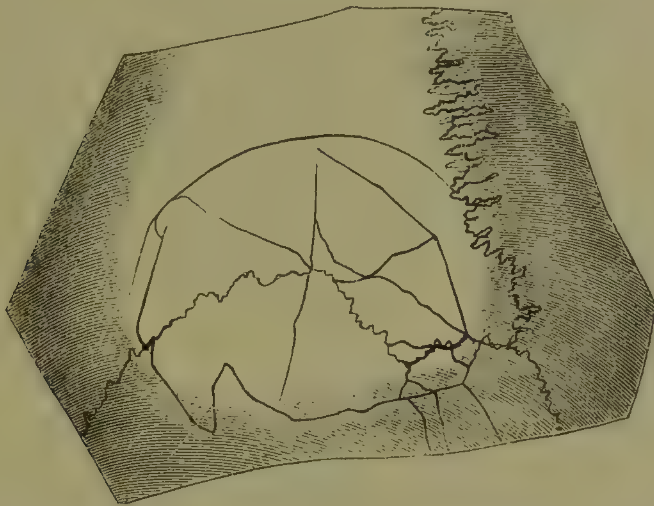
Schädelfissur durch Sturz aus der Höhe, welche sich durch das Hinterhauptbein, das Scheitelbein und durch die Kranznaht bis in das Stirnbein erstreckt.

welcher von der Mitte des Hinterhauptbeines bis zum Stirnbein reicht und in Folge von Zerreissung der Art. mening. med. den Tod durch Hirndruck herbeigeführt hatte. Ausserdem kommen am Schädelgewölbe, jedoch nur ausnahmsweise, auch isolirte Fissuren einer einzelnen Tafel, und zwar sowohl der äusseren als der inneren vor. Ein Beispiel der ersteren Art liefert der in den nachstehenden Abbildungen (Fig. 16 und 17) wiedergegebene Fall, in welchem der cirkuläre Spalt nur die äussere Tafel durchsetzt, wie aus der Zeichnung der inneren Fläche (Fig. 17) deutlich zu ersehen ist. Was die isolirten Fissuren der Glastafel betrifft, so hat Bergmann in dem Abschnitte dieses Werkes

über Kopfverletzungen 30 Fälle gesammelt, in denen an der äusseren Tafel auch keine Spur einer Verletzung sich vorfand.

Der Verlauf ist bei kurzen Fissuren zuweilen ganz geradlinig, bei längeren in wechselndem Grade winkelig geknickt oder bogenförmig, gewöhnlich gabelförmig getheilt oder mehrfach verzweigt. Zuweilen

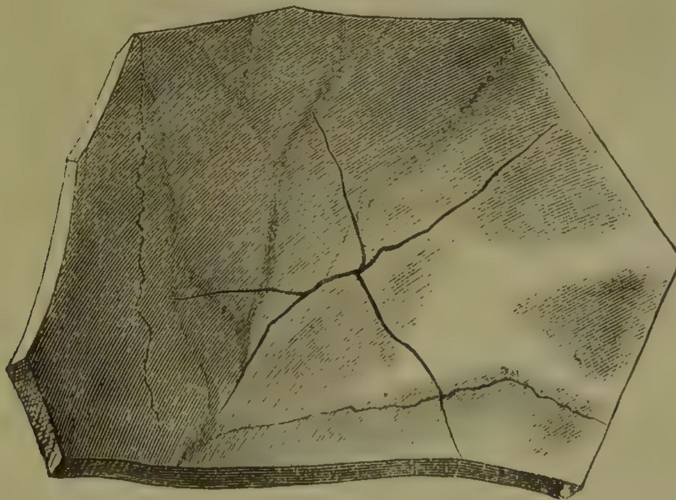
Fig. 16.



Fissuren des Scheitel- und Schläfenbeines von der äusseren Fläche gesehen.

findet sich am Schädelgewölbe eine kreisförmige Fissur, welche eine in der Mitte mit radiären Spalten versehene Knochenscheibe umkreist; letztere ist bald im Centrum eingedrückt, wie bei den oben (§. 62) beschriebenen Infractionen des Schädels mit Eindruck, bald befindet sie sich ganz in demselben Niveau mit der Umgebung, wie in dem

Fig. 17.



Fissuren des Scheitel- und Schläfenbeines von der inneren Fläche gesehen.

Fig. 16 u. 17 abgebildeten Falle. Derselbe betrifft eine 57jährige Frau, welche einen Schlag mit einem Stiefel erhalten hatte und nach 3 Tagen an Hirndruck durch Zerreissung eines Astes der Art. mening. med. gestorben war. Der cirkuläre Spalt an der Peripherie dringt blos durch die äussere Tafel, die beiden sich kreuzenden Spalten im Centrum durchsetzen beide Tafeln.

Bei diesen Fissuren im engeren Sinne berühren sich die Spaltränder vollständig, so dass gar kein Abstand zwischen ihnen mehr wahrnehmbar, vielmehr nur eine feine oft haarförmige Trennungslinie sichtbar ist. Hiedurch unterscheiden sie sich von den Fracturen mit klaffender Bruchspalte; jedoch wird diese Unterscheidung in der Regel nicht strenge eingehalten, sofern man vielfach auch diejenigen lineären Brüche des Schädels, deren Ränder nicht ganz dicht an einander liegen, aber unbeweglich und glatt sind, zu den Fissuren rechnet. Uebrigens klaffen auch alle Fissuren im Momente ihrer Entstehung, indem sie sich sofort mit dem Nachlassen der Gewalt wieder dicht zusammenschliessen, wie man in solchen Fällen beweisen kann, in denen sich fremde Körper, wie z. B. Haare, in die Spalte eingeklemmt finden.

Die Fissuren der platten Knochen kommen theils selbständig, theils gleichzeitig neben vollständigen Brüchen, sowie Knochenwunden vor, indem gewöhnlich eine in der Mitte klaffende Bruchspalte nach beiden Seiten hin in eine Fissur ausläuft.

§. 65. Viel seltener als an den platten Knochen kommen Fissuren an den Röhrenknochen der Extremitäten vor. Es ist von Wichtigkeit, sofort die selbständigen, isolirten Fissuren von denjenigen zu unterscheiden, welche gleichzeitig neben vollständigen Fracturen vorgefunden werden. Letztere verdienen an dieser Stelle keine nähere Erörterung, da sie lediglich von den vollständigen Brüchen abhängig sind und nur die Bedeutung einer allerdings zuweilen recht schweren Complikation haben. Am häufigsten begleiten sie die direkten Fracturen, namentlich die Schussfracturen der langen Röhrenknochen, indem von der Bruchstelle aus ein oder mehrere Sprünge nach den Gelenkenden zu ausstrahlen. In recht typischer Weise finden sie sich auch bei den sogenannten spiralförmigen Brüchen, wie wir bei der Besprechung dieser letzteren näher ausführen werden (s. u. S. 97). Nicht selten erstrecken sich solche conkomitirenden Fissuren über recht lange Strecken der Knochen und penetriren zuweilen in benachbarte Gelenke. Besonders im letzteren Falle bilden sie eine sehr üble Complikation, da von der Bruchstelle aus die Eiterung sich durch die Fissuren hindurch in das Gelenk hinein fortsetzen kann. Bei jüngeren Individuen wird dagegen meist der Sprung durch die epiphysäre Knorpelfuge aufgehalten.

Die isolirten Fissuren der Röhrenknochen verdienen als besondere Bruchform eine eingehendere Betrachtung. Wir rechnen hieher alle diejenigen in der Längsrichtung der Röhrenknochen verlaufenden Brüche, welche keine vollständige Abtrennung eines Knochentheiles bewirken. Im Gegensatze zu den Infractionen, welche wir als unvollständige Querbrüche definirt haben, sind demnach unter dem Begriffe der Fissuren die unvollständigen Längs- und Schrägbrüche zusammenzufassen. Auf der anderen Seite stehen diesen unvollständigen Längsbrüchen die vollständigen Längsbrüche gegenüber, bei welchen, wie sich aus unserer späteren Definition (s. u. S. 101) ergeben wird, der Knochen in seiner ganzen Länge in zwei getrennte Theile gespalten ist.

Es ist unerlässlich, diese Begriffsbestimmung strenge durchzuführen, weil nur auf diese Weise eine scharfe Grenze zwischen den mancherlei verwandten Bruch-

formen zu ziehen ist, während in der Literatur eine auffallende Verwirrung in der Benennung derselben herrscht. Denn auch bei der von Gurlt aufgestellten Eintheilung fehlt es an einem Unterscheidungsmerkmal zwischen den Längsfissuren und den Längsbrüchen, beziehungsweise den sehr steil verlaufenden Schrägbrüchen, so dass, wie Gurlt zugesteht, es „in manchen Fällen selbst nicht pathologisch-anatomisch gelingt, strenge eine Grenze zwischen beiden zu ziehen“.

Die unvollständigen Längsbrüche sind im Ganzen selten beobachtet worden. Gleichwohl dürften sie in Wirklichkeit entschieden häufiger vorkommen, wenn man bedenkt, dass ihre Diagnose am Lebenden in den meisten Fällen ganz unmöglich ist. Im strikten Gegensatze zu den Infractionen kommen die Fissuren der Röhrenknochen viel häufiger bei Erwachsenen als bei Kindern zu Stande.

Wegen der Verschiedenheit ihres Sitzes und ihrer Entstehungsweise hat man zweierlei Arten von Fissuren zu unterscheiden, nämlich 1) diejenigen, bei denen der Bruch von der Gelenkfläche anhebt und von hier entweder blos durch die Epiphyse oder auch in die Diaphyse hinein sich erstreckt (Epiphysenfissuren, unvollständige Gelenkbrüche), und 2) diejenigen, welche bei intakter Epiphyse nur die Diaphyse durchsetzen (Diaphysenfissuren).

§. 66. Die erstere Art, die Fissur der Gelenkenden, ist entschieden die häufigere. Der Mechanismus ihrer Entstehung ist derselbe wie bei den vollständigen Gelenkfracturen, welcher neuerdings wiederholt zum Gegenstande experimenteller Studien gemacht worden ist. In der Regel handelt es sich um eine in der Längsrichtung des Knochens einwirkende Gewalt, welche direkt oder indirekt die Gelenkfläche trifft; hiebei erfolgt der Anprall entweder vorzugsweise gegen einen Theil des Gelenkendes, indem er ihn abzusprengen oder abzuquetschen sucht, oder er entfaltet gleichzeitig eine Keilwirkung, sucht in den Knochen einzudringen und ihn nach den Seiten hin auseinanderzutreiben. So entsteht beispielsweise ein Längsriss des unteren Endes des Femur, sowohl direkt durch Fall auf die Condylen bei flektirtem Knie oder indirekt durch Sturz aus der Höhe auf die Füsse. Im letzteren Falle sind es die Tuberositäten der Tibia, welche auf die Condylen des Femur auftreffen und dieselben auseinandertreiben. Erschöpft sich dagegen mit der Entstehung des einfachen Längsrisses die Gewalt nicht, oder greifen neue Kräfte winkelig ein, so läuft die Knochentrennung nach der einen oder anderen Seite aus und trennt ein Fragment vollständig ab — und damit ist der Uebergang zur Gelenkfractur gegeben.

Experimentelles. Der Erste, welcher Epiphysenfissuren experimentell erzeugte, war Laforgue (1850). Der im Kniegelenke exartikulirte Unterschenkel wurde auf den Boden gestellt und auf die obere Gelenkfläche der Tibia, auf welche ein Stück Holz gelegt worden war, ein kräftiger Hammerschlag geführt. Bei vier derartigen Versuchen entstand 3 mal Schrägbruch der Tuberositäten der Tibia, 1 mal eine Längsfissur, welche von der Gelenkfläche aus 8 cm weit durch die ganze Dicke der Diaphyse sich erstreckte. — Für die Längsspaltungen des unteren Endes des Humerus und Femur hat neuerdings Madelung durch Experimente wahrscheinlich zu machen gesucht, dass sie ihre Entstehung der keilförmigen Eintreibung des Olekranon und der Patella verdanken. Diese Annahme wurde durch zahlreiche Versuche von Marcuse widerlegt, welche beweisen, dass jene Brüche auch durch Schläge unmittelbar auf die Gelenkenden zu Stande kommen, also ohne dass die Gewalt die Patella oder das Olekranon zu treffen braucht. — Ich habe versucht, auch an der Ulna und dem Radius Längsfissuren

experimentell zu erzeugen. Unter zahlreichen Versuchen entstand einmal eine longitudinale Fissur der Ulna, welche von der oberen Gelenkfläche entsprechend der Basis des Proc. coronoid. bis beinahe zur Mitte des Schaftes durch dessen ganze Dicke sich erstreckte; hiebei hatte ich den am Oberarm amputirten Arm bei mässiger Extension im Ellbogengelenke mit der Kleinfingerseite auf den Boden aufgestützt und auf den Humerus einen kräftigen Hammerschlag geführt. Ebenso gelang es mir, einmal einen unvollständigen Längsbruch des Capitulum radii zu bewirken, welcher durch das vordere Drittheil der Gelenkfläche bis in den Hals sich erstreckte; der Versuch war so angestellt, dass der im Schultergelenke exartikulirte Arm mit der Hohlhand auf den Boden aufgestellt und auf den Oberarmkopf ein kräftiger Schlag geführt wurde. Am unteren Ende des Radius bewirkte Drake durch Schlag auf die abgesägten Vorderarmknochen bei Volarflexion der Hand eine $1^{1}/_{2}$ Zoll lange Längsfissur, welche nur die Volarfläche des Knochens in der Mittellinie durchsetzte und die Gelenkfläche des Radius in zwei gleiche Hälften theilte.

Was die am Lebenden entstandenen Fissuren der Gelenkenden betrifft, so sind dieselben schon an den Epiphysen sämmtlicher langer Röhrenknochen beobachtet worden, namentlich an der oberen und unteren Epiphyse des Humerus, Radius und der Tibia, sowie an der oberen der Ulna und der unteren des Femur. In den niedersten Graden dringt die feine Spalte nur eben durch den Gelenkknorpel bis in die spongiöse Substanz ein, in den höheren Graden erstreckt sie sich in vertikaler oder schräger Richtung tiefer in die Epiphysen hinein und in den höchsten Graden setzt sich der Riss noch mehr oder weniger weit in die Diaphyse hinein fort. Bei den unvollständigen Längsbrüchen des unteren Endes des Humerus und Femur dringt die Spalte meist in der Mitte zwischen den Condylen in den Knochen ein (intrakondyläre Fissur), bei der Fissur der Gelenkpfanne des Radiusköpfchens sowie der Schultergelenkspfanne wird durch den Längsspalt ein Segment des Pfannenrandes abgetrennt, welches an seiner Basis mit dem Halse noch in knöchernem Zusammenhange bleibt.

Von einzelnen prägnanten Beispielen seien wegen ihrer Seltenheit folgende angeführt.

Mehrfache Längsfissuren der oberen Epiphyse der Tibia (Campaignac). Eine 38jährige geisteskranke Frau stürzt sich aus dem Fenster zwei Stock hoch herab und ist augenblicklich todt. Am oberen Ende der Tibia finden sich vier Längsfissuren, von denen eine von der Mitte der Gelenkfläche ausgeht und in gewundenem Verlaufe sich 13 cm weit nach abwärts erstreckt; die übrigen Spalten sind 8 cm lang, nicht klaffend.

Fissur des Condyl. ext. femoris (F. Busch). An der Leiche eines sehr kräftigen Mannes, welcher 10—14 Tage in Folge anderweitiger Verletzungen gestorben war, lässt das linke Kniegelenk äusserlich keine Verletzung erkennen. Bei genauerer Untersuchung findet sich an der Aussenfläche des Condyl. ext. femoris eine 1—2 mm breite Spalte, welche sich in die Gelenkfläche hinein erstreckt, so dass nur der hintere Theil des Condyls noch fest mit dem Knochen zusammenhängt (Fig. 18).

Unvollständiger Längsbruch des unteren Gelenkendes des Radius (Dupont, Chambellan und Désormeaux). Ein 18jähriger Mann hatte sich durch Sturz aus der Höhe (neben einem Bruche des unteren Endes der Ulna und einer Luxation des Vorderarmes nach vorne) eine Längsfissur des Radius zugezogen, welche von der Mitte der unteren Gelenkfläche ausging und das untere Drittel des Knochens in zwei fast gleiche Hälften spaltete. — Bigelow beobachtete in einem Falle sternförmige nicht klaffende Fissuren auf der unteren Gelenkfläche des Radius, welche durch das Gelenkende und bis über einen Zoll weit in die Diaphyse sich fortsetzten.

Unvollständiger Längsbruch des Radiusköpfchens (Fig. 19).

Derselbe entsteht, wie ich früher nachgewiesen habe [1]), auf indirektem Wege (meist durch Fall auf die Hand) in der Art, dass die correspondirende Gelenkfläche des Humerus durch gewaltsamen Anprall gegen den Rand der tellerförmigen Gelenkpfanne ein Segment des letzteren abquetscht, jedoch so, dass dasselbe an seiner Basis mit dem Halse oder der Diaphyse noch in knöchernem Zusammenhange bleibt. In einer Beobachtung von Verneuil fanden sich in Folge eines Sturzes aus der Höhe zwei senkrecht auf einander treffende Fissuren, welche die Gelenkfläche in drei Segmente trennten und etwa 1 cm weit in den Hals eindrangen. — Ferner finden sich bei Holmes zwei Präparate von Längsfissuren des Radiusköpfchens aus dem St. George's Hospital Museum erwähnt. — Lesser beobachtete bei einem Matrosen, welcher vom Maste herab auf den stark flektirten Ellbogen gefallen war, eine klaffende Fissur durch die vordere innere Partie der Gelenkfläche neben vollständigem Bruche des Olekranon. Endlich sind von Hodges einige Fälle von unvollständigen Gelenkbrüchen des Radiusköpfchens mitgetheilt.

Unvollständiger Längsbruch der Schultergelenkspfanne. Ein 34jähriger Mann war durch einen Sturz von einem Baume herab verunglückt und bald nach seiner Aufnahme in die Tübinger Klinik in Folge anderweitiger Verletzungen gestorben. An der Gelenkpfanne der Scapula fand sich eine klaffende Spalte, welche das innere Segment derselben abtrennt, so dass es jedoch noch an dem Halse der Scapula in knöchernem Zusammenhange steht (Fig. 20).

Fig. 18.



Fissur des Condyl. ext. des Femur. Nach F. Busch [2]).

Fig. 19.



Fissur des Radiusköpfchens. Nach Hodges [3]).

Fig. 20.



Unvollständ. Längsbruch der Schultergelenkspfanne.

§. 67. Die zweite Art der isolirten Fissuren der Röhrenknochen ist bei intakter Epiphyse auf die Diaphyse beschränkt. Es sind bald nur haarfeine Sprünge der Rindensubstanz, bald tiefere, bis in den Markkanal eindringende Risse, bald die ganze Dicke des Knochens durchsetzende Spalten, welche ganz longitudinal oder mehr oder weniger schräg und gewunden verlaufen, jedoch immer in der Weise, dass hiebei kein Fragment vollständig aus dem Zusammenhang getrennt wird, sondern stets durch eine unversehrte Brücke die Continuität des Knochens erhalten bleibt. Ihre Entstehung ist in der Mehrzahl der Fälle auf die Einwirkung direkter Gewalten zurückzuführen, namentlich solcher, welche in grosser Ausdehnung die Diaphyse treffen und die Knochensubstanz in der Längsachse auseinanderquetschen. Hiezu ist unter

[1]) P. Bruns. Die Fractur des Radiusköpfchens. Centralbl. für Chir. 1880. VII. S. 353.

[2]) Archiv für klinische Chirurgie Bd. X, S. 715.

[3]) Boston med. and surg. Journ. Jan. 18. 1877, p. 65.

allen Umständen eine sehr heftige Gewalt erforderlich, welche viel häufiger Absplitterung von Fragmenten oder vollständige Schrägbrüche bewirkt — und daraus erklärt sich leicht die grosse Seltenheit dieser Diaphysenfissuren.

Der **Mechanismus** ihrer Entstehung ist zuerst von **Bouisson** experimentell untersucht worden. Es gelang ihm nachzuweisen, dass an allen langen Knochen einschliesslich des Schlüsselbeines Längsspaltungen, welche fast die ganze Länge der Diaphyse einnehmen, theils in Form unvollständiger Brüche, theils in Form vollständiger Brüche mit Absplitterung langer Fragmente künstlich hervorgebracht werden können. Hiebei liess er die frakturirende Gewalt in grosser Ausdehnung und mit dem Bestreben einwirken, die cylindrische oder prismatische Gestalt der Knochen abzuplatten oder die hervorragenden Leisten und Ränder gegen den Markkanal einzudrücken. Das Verfahren bestand darin, dass auf den am Boden liegenden Knochen mit einem grossen hölzernen Hammer ein heftiger Schlag geführt wurde, ferner darin, dass er den Knochen in seiner Dicke mittelst eines Schraubstockes zusammendrückte, endlich darin, dass er keilförmige Körper, wie Meissel, Nägel, in den Knochen hineintrieb. Neuerdings ist auch von W. Koch nachgewiesen, dass Längsspaltungen der Diaphyse hervorgebracht werden können, wenn man dieselbe an einer ganz cirkumskripten Stelle seitlich oder in der Richtung von vorne nach hinten mittelst eines Schraubstockes zusammendrückt. Ich kann diese Thatsache nach zahlreichen eigenen Versuchen bestätigen.

Als Beispiele isolirter Diaphysenfissuren (unvollständiger Längs- und Schrägbrüche) seien folgende seltenen Fälle angeführt.

Fig. 21.



Längsfissur der Diaphyse des Humerus. Nach Froriep [1]).

Fig. 22.



Schrägfissur der Diaphyse des Femur. Nach Bouisson [2]).

Fig. 23.



Längsfissur der Diaphyse der Tibia. Nach Hornridge [3]).

[1]) Froriep, Chirurgische Kupfertafeln. Tafel 478, Fig. 9.
[2]) Bouisson, Tribut à la chirurgie. Paris 1858. T. I, p. 9, Pl. I, Fig. 1.
[3]) Präparat des St. Georg's Hospital Museum. Holmes. System of surg. Vol. II, p. 41.

Längsfissur des Humerus (Froriep). Bei einem Knaben, der bei einem Brande von einer Mauer erschlagen war, fand sich ausser tödtlichen Kopfverletzungen ein Längsspalt fast durch die ganze Länge des Humerus, welcher vom oberen Rande des Tubercul. maj. bis zum unteren Viertheile des Knochens herabreichte; keine Verletzung der Gelenktheile (Fig 21).

Schrägfissur der Diaphyse des Femur (Bouisson) in Folge eines heftigen in schräger Richtung gegen den Oberschenkel geführten Schlages. Die Fissur erstreckt sich über eine Länge von 15 cm und reicht von der Mitte der Diaphyse bis zum Condyl. ext. femoris (Fig. 22).

Längsfissur der Diaphyse der Tibia (Hornridge) bei einem Kinde; dieselbe läuft in die Fuge der Epiphyse hinein, welche theilweise gelöst ist (Fig. 23).

Längsfissur der Diaphyse des 3. Metatarsalknochens in Folge von Hinübergehen eines Wagenrades über den Fuss (Fig. 24). Beobachtung aus der Tübinger Klinik.

Zu den besprochenen Längs- und Schrägfissuren, welche fast ausschliesslich auf direktem Wege entstehen, füge ich noch eine weitere durch indirekte Gewalt entstehende eigenthümliche Art von Fissur, welche sich durch einen deutlich schraubenförmig gewundenen Verlauf kennzeichnet. Man kann dieselbe als Spiralfissur oder unvollständigen Spiralbruch bezeichnen. Ihre Entstehung ist ebenso wie bei dem vollständigen Spiralbruche (s. u. S. 97) durch gewaltsame Rotation um die Längsachse zu erklären. In den nachstehenden Abbildungen (Fig. 25 u. 26) ist ein solcher, vielleicht als Unicum dastehender Fall von Spiralfissur des oberen Endes der Tibia-Diaphyse wiedergegeben, welcher in der Tübinger Klinik zur Beobachtung kam.

Fig. 24.



Längsfissur des 3 Metatarsalknochens.

Fig. 25.



Spiralfissur der Tibia. Ansicht von hinten.

Fig. 26.



Spiralfissur der Tibia. Ansicht von vorne.

Der Fall betrifft einen 47jährigen Mann, welcher in einer Steingrube verschüttet wurde und einer Kopfverletzung bald erlag. Ausser einem Schrägbruch des Oberschenkels derselben Seite fand sich zufällig bei genauer Untersuchung am oberen Ende der rechten Tibia eine nicht klaffende feine Fissur, welche in genau schraubenförmigem, ziemlich steilem Verlaufe den Knochen umkreist. Die Länge der Schraubenlinie beträgt 17, die Höhe des von ihr durchsetzten Knochentheiles 8 cm; der Ausgangspunkt und Endpunkt der Schraubenlinie liegen an der

inneren Seite genau über einander. Fixirt man die Tuberositäten der Tibia und rotirt das untere Ende derselben vorsichtig nach auswärts, so kann die Spalte leicht einige Millimeter weit klaffend gemacht werden; mit dem Nachlassen der Drehung schliessen sich sofort ihre Ränder wieder dicht an einander. Im Uebrigen ist die Tibia vollkommen intakt, ebenso die Fibula.

§. 68. Die Diagnose der Fissuren der Röhrenknochen am Lebenden ist selbstverständlich mit den grössten Schwierigkeiten verknüpft. Ganz unmöglich ist die Erkenntniss feiner subkutaner Fissuren, bei welchen die Bruchspalte nicht durch eine Weichtheilwunde blosgelegt ist, weil hier gar keine objektiven Zeichen zur Unterscheidung dieser Verletzung von einer einfachen Contusion vorliegen. Namentlich sind auch die durch direkte Gewalt bewirkten Fissuren der Gelenkkörper nicht von Gelenkcontusionen zu unterscheiden, da man nur Schwellung, Schmerz und Funktionsstörung findet ohne die sicheren Zeichen einer Fractur, nämlich Difformität, abnorme Beweglichkeit und Crepitation. Dagegen dürfte es immerhin geboten sein, in Fällen indirekter Gewalteinwirkung mit starker Schwellung des Gelenkes und beträchtlichem Bluterguss in die Gelenkkapsel bei der Diagnose Distorsion an die Möglichkeit eines unvollständigen Bruches des einen oder anderen Gelenkkörpers zu denken. Der Bluterguss aus der Bruchspalte in die Synovialhöhle fehlt natürlich in keinem Falle, in welchem die Bruchspalte im Bereiche der Insertionslinie der Synovialis verläuft; überschreitet die Spalte die Grenzen der Synovialis, so kann gleichzeitig ein extraartikuläres Blutextravasat vorhanden sein, welches die Unterscheidung von einer Distorsion insoferne zu stüzen vermag, als ein einfacher Bänderriss keine erhebliche Blutung zu bedingen pflegt. Mit Bestimmtheit endlich lassen sich dagegen etwas breiter klaffende Fissuren an oberflächlich gelegenen Knochenpartieen erkennen, sobald es gelingt, durch die Weichtheile hindurch die Knochenspalte zu fühlen oder mit Hülfe der Akupunkturnadel aufzufinden. Vielleicht gelingt es auch mittelst der von Lücke neuerdings empfohlenen Perkussion der Knochen, das Vorhandensein und den Verlauf von Fissuren wenigstens an oberflächlichen Knochen sicherer zu ermitteln, und zwar durch die Schmerzhaftigkeit, welche der Patient bei der Perkussion derselben angibt.

§. 69. Ueber die prognostische Bedeutung der isolirten Fissuren lässt sich ein bestimmtes, auf Erfahrung begründetes Urtheil nicht abgeben, da eben ihre Erkenntniss am Lebenden fast nie mit Sicherheit gelingt und daher keine Beobachtungen über ihren Verlauf vorliegen. Ist es jedoch gestattet, zur Vergleichung die Fälle von Fissuren heranzuziehen, welche gleichzeitig neben vollständigen Brüchen beobachtet sind, so ist kein Grund daran zu zweifeln, dass die einfachen subkutanen Fissuren ohne Schwierigkeit durch Ablagerung von Callus in die Bruchspalte zur Heilung gelangen. Dasselbe gilt wohl auch für die subkutanen Fissuren der Gelenkkörper, selbst wenn sie die Grenzen der Gelenkkapsel überschreiten; in der Mehrzahl der Fälle ist ohne Zweifel der Verlauf der, dass der Bluterguss in der Synovialhöhle resorbirt wird, und auch die reaktive seröse Synovitis ohne störenden Einfluss auf den Heilungsprocess ist. Immerhin mag aber auch in manchen Fällen, welche zu den schwereren sogenannten Gelenkverstauchungen gerechnet werden, eine adhäsive Synovitis nach-

folgen, welche zur Verwachsung der Gelenkflächen und Ankylose des Gelenkes führt. Ganz anders verhalten sich dagegen die durch eine Wunde der bedeckenden Weichtheile blosgelegten Fissuren, welche namentlich dann, wenn sie in den Markkanal eindringen, die ganze Reihe der zu complicirten Brüchen hinzutretenden Gefahren im Gefolge haben können.

Die Beobachtung derartiger Fälle mag es gewesen sein, welcher von Alters her die Tradition von der eminenten Gefährlichkeit der Knochenfissuren ihren Ursprung verdankt. Denn seit Felix Würtz wurden die Gefahren des „Kleckbruches", die sogenannten „Klackschäden" (in unserem Sinne Periostitis, Ostitis, Caries und Necrose) in den schwärzesten Farben geschildert, von Manchen ihre Heilung sogar für unmöglich gehalten. Ergibt sich nun auch aus der Beschreibung mancher dieser älteren Fälle, dass es sich in denselben wahrscheinlich gar nicht um Knochenfissuren, sondern um traumatische Periostitis und Ostitis (unsere infektiöse Osteomyelitis?) gehandelt hat, so hat doch der erfahrene Würtz gewiss darin Recht, dass er die Gefahr der Fissuren von ihrer Nichterkenntniss und Vernachlässigung ableitet, weil eben gegenüber den vollständigen Brüchen die Erscheinungen undeutlich sind und namentlich auf die Verletzung keine sofortige Funktionsaufhebung des Gliedes folgt.

b) Vollständige Knochenbrüche.

Als vollständige Knochenbrüche bezeichnen wir diejenigen, welche den Zusammenhang des Knochens an irgend einer Stelle vollständig trennen, so dass derselbe in zwei oder mehr Bruchstücke (Fragmente) zertheilt wird.

Bei dieser Definition wird kein Unterschied daraus gemacht, wie sich die Bruchstücke in ihrer Grösse zu einander verhalten, ob also beispielsweise ein langer Röhrenknochen in zwei annähernd gleich grosse Hälften zerbrochen oder von demselben nur ein kleiner Splitter oder Fortsatz abgetrennt wird.

Man pflegt die vollständigen Brüche je nach der Anzahl der Fragmente und der Richtung der Bruchlinie in folgende Arten zu sondern:

α) einfache Trennung des Knochen, d. h. in zwei Fragmente,
  1) Querbruch,
  2) Schrägbruch,
  3) Spiralbruch,
  4) Längsbruch,
  5) Absprengung eines kleinen Fragmentes,
β) mehrfache Trennung des Knochen, d. h. in mehrere Fragmente,
  6) mehrfacher Bruch,
  7) Splitterbruch.
Hiezu: 8) Gleichzeitiger Bruch mehrerer Knochen,
Anhang: 9) Traumatische Epiphysenlösung.

Cap. III.

Der Querbruch.

Fractura transversa.

§. 70. Querbrüche werden solche Fracturen genannt, bei welchen die Bruchspalte genau oder annähernd rechtwinklig zur Hauptachse des Knochens, also bei den Röhrenknochen zur Längsachse verläuft.

Die Frequenz der Querbrüche ist im Ganzen geringer als in der Regel angenommen wird, da sie nur an gewissen Knochen und Knochentheilen zu den gewöhnlich beobachteten Brüchen gehören. Es sind das vorzugsweise die meisten kurzen und spongiösen sowie viele platte Knochen, wie namentlich Kniescheibe, Brustbein, Rippen, Wirbelkörper, Schulterblatt, Unterkiefer. An den langen Röhrenknochen stehen die Querbrüche bezüglich ihrer Frequenz den Schrägbrüchen sehr erheblich nach (Gerdy fand unter 130 Fracturen der langen Knochen im Musée Dupuytren 31 Querbrüche). Denn während sie nur an den Epiphysen der Röhrenknochen, sowie an der Grenze der Epiphyse und Diaphyse häufiger beobachtet werden, wie namentlich an der unteren Epiphyse des Radius, am Malleol. int., am Olekranon, am Halse des Humerus und Femur, am unteren Ende des Humerus, bilden dagegen an den Diaphysen der langen Röhrenknochen reine Querbrüche entschiedene seltenere Vorkommnisse. Diese Thatsache, welche überdiess von praktischer Wichtigkeit ist, verdient besonders hervorgehoben zu werden gegenüber der früher allgemein verbreiteten Ansicht, dass die Diaphysen der langen Knochen am häufigsten in querer Richtung nach Art eines Rettigs oder einer Rübe (Raphanedon, Fracture en rave) zerbrechen. Auf der andern Seite ist aber auch die namentlich von Malgaigne vertretene gegentheilige Ansicht nicht zu acceptiren, dass Querbrüche an den Diaphysen überhaupt nicht vorkommen. Denn Malgaigne gelangt zu dieser Ansicht dadurch, dass er zu den Querbrüchen nur solche Brüche rechnet, bei welchen die Bruchspalte vollkommen senkrecht zur Längsachse und zugleich geradlinig verläuft, während die Brüche mit mehr oder weniger unregelmässiger zackiger Bruchfläche unter dem Namen der gezähnten Knochenbrüche (Fractures dentelées) als eigene Fracturspecies abgesondert werden.

Diese Eintheilung ist offenbar eine willkürliche, unbegründete. Denn zackige Bruchflächen werden auch bei Schrägbrüchen beobachtet und jedenfalls wird der wesentliche Charakter der Querbrüche, welcher eben in der queren Richtung der Continuitätstrennung begründet ist, in keiner Weise dadurch alterirt, dass die Bruchflächen bald eine glatte bald eine mehr oder weniger gezackte Beschaffenheit besitzen. Letztere ist zum Theil von der Eigenthümlichkeit der Knochentextur abhängig: während die vorwiegend aus spongiöser Substanz bestehenden Knochen eine mehr gleichmässige glatte Trennungslinie aufzuweisen pflegen, macht sich bei der Trennung der compakten Substanz, welche die Hauptmasse der Diaphysen ausmacht, ihre langfasrige Struktur (wenn wir die Längsreihung der Havers'schen Lamellensysteme als

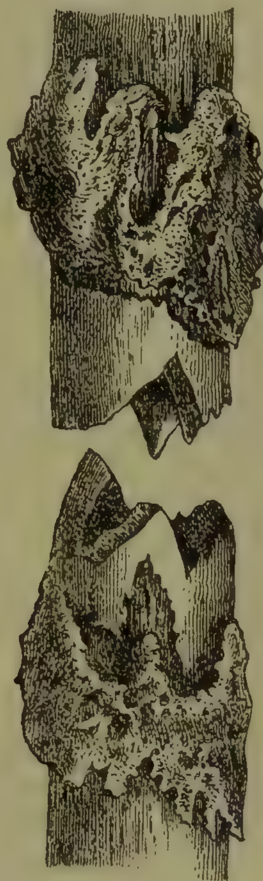
Ausdruck hiefür betrachten) dadurch geltend, dass die Trennungslinie die Längsfasern in verschiedener Höhe durchschneidet. So entsteht die unebene gezackte oder gezähnte Form der Bruchlinie. Bald sind es gröbere und vereinzelte, bald feinere und zahlreiche Knochenzacken, welche so angeordnet sind, dass die ausspringenden Winkel des einen Fragmentes in die einspringenden des andern eingreifen. In den beiden nachstehenden Abbildungen (Fig. 27 u. 28) sind beide Arten von gezähnten Brüchen mit groben und mit feinen Zacken dargestellt.

Fig. 27.



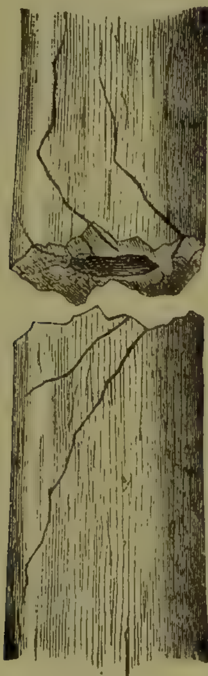
Gezähnter Querbruch einer Rippe mit feinen Zacken, entstanden durch Hufschlag vom Pferde.

Fig. 28.



Gezähnter (complicirter) Querbruch des Humerus mit 3 grossen Zacken, entstanden durch Fall vom Pferde auf den Ellbogen.

Fig. 29.



Querbruch der Tibia durch Biegung (Hinübergehen eines Wagenrades).

§. 71. Die Entstehungsweise der Querbrüche namentlich an den Diaphysen ist gewöhnlich eine direkte. In der Regel handelt es sich um direkte, senkrecht gegen die Achse des Knochens einwirkende äussere Gewalten, wie Hufschläge, Steinwürfe, Hinübergehen eines Wagenrades u. s. f., jedoch können auch auf indirektem Wege reine Querbrüche entstehen. In beiden Fällen lässt sich sehr häufig der Mechanismus auf eine forcirte Biegung zurückführen und diese Entstehungsweise sogar manchmal an den Bruchenden direkt nachweisen. Wie wir nämlich schon an einer früheren Stelle (§. 48) erörtert haben, ist es für den Biegungsbruch charakteristisch, dass die Bruchlinie Nei-

gung hat, sich gabelig zu theilen und einen Keil zu umschreiben, dessen Basis der conkaven Seite der Biegung zugekehrt ist. Der Querbruch durch Biegung verräth sich nun dadurch, dass von einer oder beiden Bruchflächen aus schräg verlaufende Fissuren ausgehen, welche jene Keilform andeuten. Die vorstehende Abbildung (Fig. 29) stellt einen solchen Querbruch durch Biegung dar. Experimentell lässt sich derselbe sowohl mittelst Zusammendrücken eines Röhrenknochens von beiden Enden her mit seitlicher Ausbiegung als auch mittelst Belastung der Mitte bei Unterstützung beider Enden erzeugen (Messerer).

In praktischer Beziehung ist noch zu bemerken, dass die Querbrüche im Allgemeinen eine geringe Neigung zur Verschiebung der Fragmente besitzen, da sich die Bruchflächen gegen einander stemmen. Dieser Umstand ist für die Behandlung günstig, dagegen erwachsen bei den gezähnten Brüchen zuweilen besondere diagnostische und therapeutische Schwierigkeiten. Denn nicht selten sind die Knochenzähne dergestalt in einander gekeilt, dass entweder die Diagnose einer vorhandenen Fractur überhaupt oder bei gleichzeitiger winkeliger Knickung die Unterscheidung von einer blossen Infraction wesentlich erschwert werden kann. Für eine correkte Fracturheilung bieten zwar die gezähnten Brüche ohne Dislokation die günstigsten Chancen, dagegen ist es bei vorhandener Dislokation hie und da ausserordentlich schwierig oder unmöglich, die einzelnen Zacken in ihre entsprechenden Ausschnitte zurückzuführen.

Cap. IV.

Der Schräg- oder Schiefbruch.

Fractura obliqua.

§. 72. Schrägbrüche sind solche Knochenbrüche, bei welchen die Bruchspalte unter einem spitzen Winkel zur Längsachse des Knochens verläuft.

Die Schrägbrüche bilden die weitaus grösste Mehrzahl aller an den Extremitätenknochen, namentlich an deren Diaphysen, vorkommenden Fracturen und werden in ihren ausgesprochensten Formen am häufigsten an Femur und Tibia, seltener am Ober- und Vorderarm, sowie an den kurzen dicken Knochen angetroffen.

Sie entstehen fast regelmässig durch indirekte Gewalt; im Gegensatze zu den stets mehr quer verlaufenden direkten Brüchen ist daher bei ausgesprochenen Schrägbrüchen mit Bestimmtheit eine indirekte Entstehungsweise anzunehmen.

Der Fractur-Mechanismus bei den Schrägbrüchen der Diaphysen ist am häufigsten der einer gewaltsamen Biegung des Knochens, mag nun die Gewalt entweder von den beiden Enden desselben her in der Längsrichtung einwirken, indem sie das Mittelstück ausbiegt, oder mag sie auf das Mittelstück selbst in senkrechter Richtung treffen, während die Enden unterstützt sind, oder mag endlich die Gewalt senkrecht auf das eine Ende des Knochens wirken, während das andere Ende fixirt ist. Nach dem Schema der verschiedenen Bruchformen

der Biegungsbrüche, welches wir früher (§. 48) aufgestellt haben, erklärt sich der Schrägbruch durch Biegung daraus, dass die sich gabelnde Bruchlinie nur auf der einen Seite des Keiles den Knochen vollkommen durchtrennt, während sie auf der anderen Seite nur als Fissur angedeutet ist. Fig. 30 stellt ein Beispiel eines Schrägbruchs durch Biegung dar, wie er bei genauer Betrachtung der Bruchenden recht häufig zu finden ist. Ich stimme daher Messerer vollkommen bei, wenn er zum Theil auf diese Weise das häufige Vorkommen von Schrägbrüchen erklärt.

Anders ist der Mechanismus bei den selteneren Schrägbrüchen der Epiphysen, welche Biegungsgewalten viel weniger ausgesetzt sind, als die Diaphysen, und vermöge ihres bedeutenderen Volumens eine grössere Widerstandskraft gegen dieselben besitzen. Diese Brüche gehören in ihrer Mehrzahl zu den eigentlichen Gelenkfracturen, welche von der Gelenkfläche ausgehen und in schräger Richtung die Epiphyse und zuweilen auch noch das Diaphysenende durchsetzen, so dass ein Theil des Gelenkendes vollständig abgesprengt wird. Sie entstehen meist auf indirektem Wege durch gewaltsamen Anprall der Gelenkenden gegen einander, wobei die Gewalt vorzugsweise auf eine Seitenhälfte oder auf einen Randtheil der Gelenkfläche trifft und letztere abquetscht und absprengt. Oder die Gewalt wirkt zunächst in der Achse des Gliedes ein, indem sie gleichzeitig eine Keilwirkung entfaltet, welche das Gelenkende mitten durch spaltet, dann greifen aber sofort neue Kräfte winkelig ein, welche bewirken, dass die Spaltung nach der einen oder anderen Seite hin ausläuft und die eine Seitenhälfte des Gelenkendes abtrennt. Die experimentelle Begründung dieses Mechanismus haben wir bereits früher bei Besprechung der unvollständigen Gelenkbrüche (§. 66) erwähnt. Am häufigsten kommen diese Schrägbrüche der Gelenkenden vor als Brüche des inneren oder äusseren Condyls des Humerus und Femur, seltener am oberen Ende der Tibia, sowie am oberen und unteren Ende des Radius.

Fig. 30.



Schrägbruch der Diaphyse des Femur durch Biegung.

§. 73. Sehr wechselnd ist der Neigungswinkel, d. h. der Grad der Schrägheit der Bruchflächen. Als ungefähre mittlere Norm für Schrägbrüche pflegt man die Neigung von 45° anzunehmen. Daneben gibt es Schrägbrüche mit geringerer Neigung, welche sich den Querbrüchen nähern und andererseits solche mit stärkerer Neigung, welche mehr parallel der Längsachse des Knochens verlaufen. Die letzteren durchsetzen eine grössere Strecke, hie und da sogar den grösseren Theil der Länge eines Röhrenknochens und werden desshalb fälschlicher Weise gewöhnlich als Längsbrüche (s. u. S. 101) bezeichnet.

Das eklatanteste Beispiel eines solchen ausserordentlich steilen Schrägbruches ist von J. Cloquet an der Leiche eines Dachdeckers beobachtet worden, welcher von einem Dache herabgestürzt war. Die in der nachstehenden Fig. 31 wieder-

gegebene Abbildung zeigt eine Fractur des linken Femur, bei welcher sich die Bruchspalte von der Gelenkfläche zwischen den Condylen in fast longitudinaler Richtung bis dicht unter den Trochanter min. erstreckt.

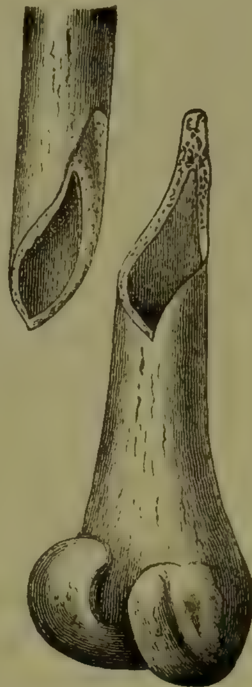
Der verschiedene Neigungswinkel der Bruchflächen ist in praktischer Beziehung von Wichtigkeit, weil natürlich mit der Schrägheit der Bruchflächen auch ihre Neigung zur Dislokation zunimmt, indem die schiefen Ebenen um so leichter sich an einander verschieben können. Ueberdiess wird die Neigung zur Verschiebung noch dadurch vermehrt, dass die Bruchflächen gewöhnlich um so glatter sind, je stärker ihr Neigungswinkel ist; denn die compakte Substanz der Röhrenknochen

Fig. 31.



Schrägbruch des Oberschenkels mit ausserordentlich steilem Verlaufe. Nach Cloquet[1]).

Fig. 32.



Bruch des Femur in Form eines Clarinettenmundstücks (durch Sturz aus der Höhe).

lässt sich nur parallel der Längsfaserung vollkommen glatt und scharf trennen, während bei der Trennung in mehr querer Richtung, wie oben (S. 92) auseinandergesetzt worden ist, eine gezackte Beschaffenheit der Bruchflächen die Regel ist.

Im Einzelnen bieten die Schrägbrüche noch weiter die mannigfaltigsten Verschiedenheiten dar, je nachdem der Bruch schräg im transversalen oder sagittalen Durchmesser verläuft, je nachdem ferner die Bruchlinie eine rein schräge und annähernd gerade oder vielmehr unregelmässig, gezackt, gewunden ist und theilweise der Längs- oder Querachse folgt, je nachdem endlich die Bruchenden der beiden Fragmente spitz oder breit und abgestumpft auslaufen u. s. f.

---

[1]) J. Cloquet, Pathol. chirurg. Paris 1831, p. 148, Pl. XII, Fig. 5.

Als besondere Varietäten der Schrägbrüche sind von französischen Autoren zwei charakteristische Bruchformen unterschieden und durch besondere Namen ausgezeichnet worden. Die eine stellt den Bruch in Form eines Clarinettenmundstückes (Fract. en bec de flûte) dar, welcher sich nur durch bedeutende Schrägheit der Bruchflächen auszeichnet, indem letztere sogar manchmal eine Strecke weit parallel der Längsachse verlaufen und dabei gewöhnlich glatt und scharf sind (Fig. 32). Man beobachtet denselben am häufigsten an Femur, Tibia und Clavicula. Die andere Bruchform ist als keilförmiger Bruch (Fract. en coin, cunéenne nach Larrey, Fract. en V nach Gosselin) bezeichnet worden und identisch mit dem im nächsten Capitel zu besprechenden Spiralbruch.

Cap. V.

Der Spiralbruch.

Bruch in Form einer Schraubenlinie (Koch). Fract. spiroïde (Gerdy). Fr. hélicoïde (Leriche). Fr. en V (Gosselin). Fr. en coin, cunéenne (Larrey).

§. 74. Unter Spiralbruch verstehen wir diejenige Bruchform, welche sich aus einer Schraubenlinie und einer geraden, der Längsachse des Knochens parallelen Bruchlinie zusammensetzt.

Schon aus dieser Definition ergibt sich, dass die Bruchform eine streng charakterisirte ist, und dass wir berechtigt sind, dieselbe als eine besondere Fracturspecies aufzustellen. Denn da das Wesentliche gerade in der Combination eines schraubenförmig gewundenen Schrägbruches mit einem Längsbruche besteht, so lässt sich der Bruch weder unter die Schräg- noch Längsbrüche einreihen. Hiezu kommt, dass die Entstehungsweise eine durchaus eigenthümliche ist, welche nur allein diesem Bruche zukommt, sofern er ausschliesslich durch torquirende Gewalt zu Stande kommt (Torsionsbruch).

Die Bruchform hat bisher in der deutschen Literatur keine allgemeine Beachtung gefunden. In Frankreich war Gerdy der erste, welcher auf dieselbe aufmerksam machte und sie unter dem Namen Fract. spiroïde vollkommen richtig beschrieb, ohne jedoch ihre Entstehungsweise zu kennen. Ebenso wenig gelangten Gosselin, Larrey und andere französische Chirurgen zu dieser Erkenntniss, welche den Bruch am unteren Ende der Tibia beobachteten und unter dem Namen Fract. en V (Gosselin) und en coin s. cunéenne (Larrey) beschrieben und namentlich in klinischer Beziehung genauer untersuchten.

Erst Koch und Filehne haben neuerdings durch Leichenexperimente die Entstehung des Bruches durch Torsion nachgewiesen und seither konnten Leriche (Tillaux), Féré, Raullet und Messerer, welche die Experimente in verschiedener Weise wiederholten, nur eine weitere Bestätigung hiefür liefern.

Das Vorkommen des Spiralbruches ist trotz der ziemlich spärlichen Casuistik keineswegs selten. Ich entnehme diess theils dem Umstande, dass in der Fracturensammlung, welche mir zu Gebote steht, neun Präparate der reinsten Form enthalten sind, von denen vier die Tibia, drei den Femur, je eines den Humerus und die Fibula betreffen,

theils daraus, dass in den Abbildungen in Fracturwerken manche zweifellose Beispiele zu finden sind. Der Sitz des Bruches ist ausschliesslich die Diaphyse der langen Röhrenknochen und zwar am häufigsten das untere (selten das obere) Ende der Tibia, in zweiter Linie das obere (seltener das untere) Ende des Femur. (Von 11 Spiralbrüchen des Femur, die ich sammeln konnte, haben 8 ihren Sitz am oberen, 3 am unteren Ende.) Ausserdem sind mir nur vereinzelte Fälle solcher Brüche am Humerus und der Fibula, gar keine an Radius und Ulna bekannt.

§. 75. Die Spiralfractur ist auf den ersten Blick daran kenntlich, dass die beiden Bruchstücke ausserordentlich steil sind und sehr spitz

Fig. 33.



Spiralbruch des Oberschenkels.

Fig. 34.



Spiralbruch des Wadenbeines.
Natürliche Grösse.

auslaufen. Betrachtet man jedes Fragment für sich, so sieht man die eine Kante desselben gerade und genau in der Längsachse verlaufen, während die andere in Form einer zuweilen mathematisch genauen Schraubenlinie gewunden ist. An beiden Fragmenten findet sich demnach je eine mehr oder weniger lange, keilförmig zugeschnittene Spitze und gleichzeitig ein einspringender Winkel in entgegengesetzter Richtung, so dass immer der vorspringende Winkel des einen Fragmentes genau in den einspringenden Winkel des anderen eingreift (s. Fig. 33 und 34). Passt man die Bruchstücke zusammen, so steigt die eine

Bruchlinie in Form einer mehr oder weniger regelmässigen, bald steileren bald flacheren Schraubenlinie an und umkreist den Knochen in einer zuweilen bis zu 10—20 cm langen Strecke. Die Schraubenlinie pflegt in der Mitte des Bruches am flachsten zu sein, während sie gegen die Enden hin immer steiler sich gestaltet und also mehr der Längsachse des Knochens entsprechend aufsteigt. Die andere Bruchlinie, welche die Enden der Schraubenlinie verbindet, verläuft gerade und parallel der Längsachse.

Fast regelmässig ist der Spiralbruch mit einer Fissur verbunden, welche von der Spitze des einspringenden Winkels am oberen oder unteren Fragmente ausgeht. Sie verläuft entweder als Fortsetzung des Längsbruches parallel der Längsachse (Fig. 34) oder umkreist den Knochen eine Strecke weit als Fortsetzung der Schraubenlinie (Fig. 33). Nicht selten läuft die Fissur in das benachbarte Gelenk aus, namentlich bei den Spiralbrüchen des unteren Endes der Tibia ist es ein geradezu typischer Befund, dass von der Spitze des einspringenden Winkels des unteren Fragmentes eine schraubenförmig gewundene Fissur bis in die Gelenkfläche herabsteigt; zuweilen durchsetzt dieselbe die Gelenkfläche nahe ihrem hinteren Rande und steigt an der hinteren Fläche der Tibia wieder in die Höhe, so dass hiedurch ein flaches dreieckiges Stück von jener Fläche umschrieben wird. In der nebenstehenden Abbildung (Fig. 35) ist ein Präparat mit dem zuletzt beschriebenen Verlaufe der Fissur wiedergegeben, welches mit den von Gosselin beschriebenen und abgebildeten Fällen auf's genaueste übereinstimmt.

Fig. 35.



Spiralbruch der Tibia mit Fissur durch die untere Gelenkfläche. Ansicht der hinteren Fläche.

Abgesehen von dieser Penetration in ein benachbartes Gelenk besitzen solche Spiralbrüche noch die weitere Eigenthümlichkeit, dass die scharfe Spitze des oberen Fragmentes grosse Neigung hat, sowohl nach aussen die bedeckenden Weichtheile zu durchstechen als in das untere Fragment einzudringen und daselbst eine bedeutende Zertrümmerung und Zerquetschung der spongiösen Substanz und des Markes zu bewirken. Bedenkt man ausserdem die grosse Ausdehnung der Bruchflächen und die weite Eröffnung der Markhöhle, so hat man Grund genug, um die Prognose der Spiralbrüche erheblich ungünstiger zu stellen als die der gewöhnlichen Schrägbrüche. In der That hat denn auch unter den bisherigen Beobachtungen fast die Mehrzahl der Fälle einen ungünstigen Ausgang durch Sepsis, Gangrän u. s. f. genommen, trotzdem die meisten derselben subkutane Fracturen waren.

§. 76. Was endlich die Entstehungsweise der Spiralbrüche betrifft, so haben wir bereits in einem früheren Abschnitte (s. o. S. 59)

die Veranlassungen aufgezählt, welche jene am häufigsten im Gefolge haben. Sie lassen sich alle auf eine torquirende Gewalt zurückführen, welche bald von aussen auf eine Extremität einwirkt, wie beim Erfasstwerden derselben von einer in Bewegung begriffenen Maschine oder einem Wagenrade, bald in einer kräftigen Rotation des Rumpfes besteht. Im ersteren Falle wird das periphere, im letzteren das centrale Ende des Knochens torquirt, während das entgegengesetzte Ende fixirt ist. Uebrigens ist die frakturirende Gewalt selten eine rein und ausschliesslich torquirende, sondern die letztere combinirt sich sehr häufig, wie beispielsweise beim Sturze aus der Höhe auf die vorgeworfene obere oder untere Extremität, mit einer Abknickung, Biegung oder Zusammenpressung des Knochens. Daraus erklären sich einzelne meist unwesentliche Modifikationen der Bruchform.

Den Torsionsmechanismus experimentell zuerst nachgewiesen zu haben, ist das Verdienst von Koch und Filehne. Sie experimentirten

Fig. 36.



Unvollständiger Spiralbruch der Tibia. Ansicht von hinten.

Fig. 37.



Unvollständiger Spiralbruch der Tibia. Ansicht von vorne.

an abgefleischten frischen Röhrenknochen, welche an dem einen Ende in einen Schraubstock eingespannt waren, während an dem anderen Ende mit starken senkrecht zur Längsachse angelegten Zangen gedreht wurde. Constant liessen sich auf diese Weise Brüche von der beschriebenen charakteristischen Form bewirken, und zwar war die Schraubenlinie eine rechtsgewundene, wenn die Zangendrehung nach rechts ging, dagegen eine linksgewundene, wenn nach links rotirt wurde.

Ich habe die Versuche in derselben Anordnung häufig wiederholt, ausserdem aber in der Art variirt, dass ich an der intakten Leiche gewaltsame Drehung des Oberarmes und Oberschenkels mittelst des rechtwinklig gebogenen Vorderarmes und Unterschenkels, die als Torsionshebel dienten, ausführte. Auch auf diese Weise gelang es wiederholt, Torsionsbrüche zu bewirken, wenn auch häufiger Bänderzerreissungen und Luxationen zu Stande kamen.

Filehne und Biermann haben mechanische Erklärungen unserer Bruchform gegeben, welche jedoch von einander abweichen und hier nicht näher erörtert werden können. Für das Verständniss derselben ist jedoch jedenfalls ein bereits früher (s. o. S. 89) erwähntes Präparat von grösstem Werthe, das eine durch Sturz aus der Höhe entstandene Spiralfissur oder unvollständigen Spiralbruch des oberen Endes der Tibia darstellt (Fig. 36 u. 37). Es beweist, dass der torquirte Knochen in der Schraubenlinie am stärksten und ehesten gespannt wird und also auch am frühesten einreisst, und dass dann der vollständige Bruch erst durch den Längsriss herbeigeführt wird, welcher Anfang und Ende der Schraubenlinie verbindet. Der Längsriss entsteht somit nicht mehr durch Torsion, sondern durch Aufbiegung des Knochencylinders in einer seiner Achse parallelen Geraden.

Cap. VI.

Der Längsbruch.

Fractura longitudinalis.

§. 77. Unter Längsbruch verstehen wir diejenige Art eines einfachen vollständigen Bruches, bei welcher der Knochen seiner ganzen Länge nach, von einem Ende zum anderen in zwei Fragmente gespalten ist; die Bruchspalte verläuft demnach entweder genau in der Längsachse des Knochens oder parallel mit derselben.

Das Vorkommen von Längsbrüchen an gewissen kurzen Knochen ist, wenn auch immerhin selten, doch längst bekannt und allgemein anerkannt, wie namentlich an der Patella, den Wirbelkörpern, dem Sternum. Dagegen ist das Vorkommen von Längsbrüchen der Röhrenknochen von Alters her bis in die neueste Zeit Gegenstand lebhafter Controverse gewesen, bei welcher ihre Existenz von der einen Seite ganz geleugnet, von der anderen ebenso bestimmt behauptet wurde. Der Grund dieser Meinungsverschiedenheit ist lediglich darin zu suchen, dass es seit jeher in den Fracturwerken an einer klaren und bestimmten Definition des Längsbruches gefehlt hat, so dass hiezu alle der Längsrichtung des Knochens annähernd gleichgerichteten Bruchformen gerechnet zu werden pflegen. So finden sich nicht nur die longitudinalen Fissuren (§. 65), sondern auch sehr steile Schrägbrüche (§. 73) und gewisse zusammengesetzte Bruchformen mit mehreren zum Theil längslaufenden Bruchlinien zu den Längsbrüchen gezählt.

Neuerdings hat sich Krönlein das Verdienst erworben, die Casuistik der sogenannten Längsbrüche einer sorgfältigen Kritik zu unterziehen, bei welcher nur ein einziger älterer von Gädücke beschriebener Fall der obigen Definition des Längsbruches entspricht. Hiezu hat Krönlein nach eigener Beobachtung einen Fall von Längsbruch des Humerus und drei Fälle von Längsbrüchen der Fingerphalangen hinzugefügt.

Der Fall von Gädücke betrifft einen Dragoner, welcher einen Hufschlag vom Pferde gegen die Tibia erlitt, so dass er sofort den Gebrauch des Gliedes verlor; eine Continuitätstrennung war nicht aufzufinden. Nach eingetretener Abschwellung bemerkte man eine nach der Länge der Tibia eingedrückte Rinne.

Nach 6 Monaten war der Verletzte wieder dienstfähig und anstatt der Rinne fand sich jetzt eine Erhabenheit von Callus. Nach dem 2 Jahre später erfolgten Tode des Patienten ergab die Sektion einen durch die ganze Länge der Tibia sich erstreckenden Bruch, dessen Spalte ganz mit festem Callus ausgefüllt war.

Krönlein beobachtete in der Züricher Klinik einen vollständigen Längsbruch des rechten Humerus bei einem 27jährigen gesunden Manne. Die Veranlassung war eine heftige Muskelanstrengung des Armes mit schwerer Belastung desselben in der Längsachse (Aufheben einer hohen schweren Leiter). Der Verlauf war ein äusserst schwerer und langwieriger, da es zu Necrose der Bruchflächen und Vereiterung von Schulter- und Ellbogengelenk mit monatelangem hohem Fieber, profuser Eiterung und zahlreichen Eitersenkungen kam. Die anfangs unsichere Diagnose der Knochenverletzung liess sich erst bei der Untersuchung der Bruchspalte mit dem Finger von den am oberen und unteren Ende des Oberarmes angelegten Incisionen aus stellen, indem hiebei die Continuität einer Bruchspalte festgestellt wurde, welche sich mitten durch den Knochen hindurch vom Schultergelenke bis zum Ellbogengelenke erstreckte; ausserdem liess sich bei Rotationsbewegungen eine deutliche klappende Crepitation nachweisen. Die Heilung war erst nach 2 Jahren mit completer Anchylose des Schulter- und Ellbogengelenkes vollendet.

Ausserdem beobachtete Krönlein in der v. Langenbeck'schen Klinik 3 Fälle von subkutanen Längsbrüchen der Grundphalanx des 4. und 5. Fingers. Die Veranlassung war 2 mal ein heftiges Anstossen mit der geballten Hand, das 3. Mal eine gewaltsame Torsion des Fingers, welcher von einem Taue erfasst und umschlungen war. In allen Fällen war deutliche klappende Crepitation in der ganzen Länge der Phalanx nachzuweisen, wenn die Seitenhälften gegen einander verschoben wurden; die beiden angrenzenden Gelenke waren mit ergriffen, geschwollen und schmerzhaft. Die Heilung erfolgte nach mehreren Wochen mit mässiger Steifigkeit der betheiligten Gelenke.

Durch die angeführten Beobachtungen ist das Vorkommen von Längsbrüchen der Röhrenknochen im Sinne einer totalen Längsspaltung des Knochens bis in die beiden anstossenden Gelenke hinein ausser Zweifel. Wenn nun auch ihre geringe Anzahl nicht gestattet, ein fertiges Bild dieser Bruchform nach allen Seiten hin zu entwerfen, so ist doch der Versuch gerechtfertigt, die zur Charakteristik derselben geeigneten Punkte aus jenen Beobachtungen kurz zusammenzufassen.

§. 78. Am wenigsten ist bisher noch der Entstehungsmechanismus aufgeklärt. Die Veranlassung war 2 mal ein Stoss in der Längsachse des Knochens, je 1 mal eine forcirte Torsion, ein Hufschlag vom Pferde und eine heftige Muskelaktion in Verbindung mit schwerer Belastung des Knochens in seiner Längsrichtung. Leider sind jedoch gerade in den beiden letzteren Fällen, welche allein lange Röhrenknochen betrafen, die anamnestischen Angaben nicht hinreichend genau, um die Entstehungsweise vollständig zu erklären. Ebenso wenig ist diess auf experimentellem Wege bisher gelungen. Gegen die Versuche von Bouisson (s. o. S. 88) ist von vornherein der Einwand zu erheben, dass sie an macerirten und getrockneten Knochen angestellt wurden, überdiess war er nicht im Stande, durch die verschiedenartigsten Gewalteinwirkungen einen vollständigen Längsbruch in unserem Sinne zu erzeugen. Ebenso wenig gelang es Laforgue sowie mir bei Experimenten an frischen Leichen, bei denen ich durch direkte und indirekte Gewalten wohl ausgedehnte Längsfissuren, aber keine vollständigen Längsbrüche an den langen Röhrenknochen erzeugen konnte.

§. 79. Die diagnostischen Merkmale der Längsbrüche sind zwar gegenüber denen der gewöhnlichen Bruchformen weniger augenfällig, aber doch bei sorgfältiger Untersuchung recht charakteristisch. Zunächst die Entstehung durch eine unter allen Umständen sehr heftige direkte oder indirekte Gewalt; ferner die rasch sich einstellende beträchtliche Anschwellung im Bereiche der ganzen Länge des Knochens; ferner die Art der Funktionsstörung, indem die Gebrauchsfähigkeit des Gliedes nicht sofort aufgehoben, sondern nur in Folge der Schmerzhaftigkeit beeinträchtigt zu sein pflegt. Von den sicheren Fracturzeichen fehlt jede Difformität in Form von Achsenknickung und Verkürzung, dagegen ist abnorme Beweglichkeit und Crepitation in charakteristischer Weise zu erkennen. Der Nachweis derselben geschieht so, dass man entweder den Knochen von zwei Seiten her zusammendrückt oder die beiden Seitenhälften isolirt fasst und gegen einander verschiebt, oder man führt mit dem anstossenden peripheren Theile der Extremität Rotationsbewegungen aus, welche durch die Gelenkverbindungen auf die beiden Fragmente übertragen werden. Hiebei fühlt man eine deutliche „klappende“ Crepitation beim Auflegen der Hand in der ganzen Länge des Knochens. Endlich ist noch als weiteres diagnostisches Merkmal die Mitleidenschaft der beiden anstossenden Gelenke anzuführen, welche sich alsbald durch Anschwellung und Druckempfindlichkeit verräth.

Ueber die Prognose der Längsbrüche lassen sich zwar aus dem vorliegenden spärlichen Materiale noch keine allgemeinen Schlüsse ziehen, jedoch ist dieselbe ohne Zweifel viel ungünstiger als bei den übrigen einfachen Bruchformen zu stellen. Man bedenke namentlich die grosse Ausdehnung der Bruchflächen, die Eröffnung der Markhöhle in ihrer ganzen Länge, sowie die Penetration in die angrenzenden Gelenke. Allerdings geht aus mehreren Beobachtungen hervor, dass trotz dieser ungünstigen Verhältnisse wenigstens bei subkutanen Brüchen die Heilung auf dem raschen Wege ohne Störung erfolgen kann, wenn auch die Heilungsdauer eine längere ist und wohl in der Regel eine mehr oder weniger erhebliche Steifigkeit der betheiligten Gelenke zurückbleibt. Dagegen gestaltet sich jedoch die Prognose dann sehr ungünstig, wenn der Bruch nicht subkutan ist oder bleibt und Eiterung in der Bruchspalte eintritt. Hiefür bietet der von Krönlein beschriebene Fall von Längsbrch des Humerus ein sprechendes Beispiel: Die Eiterung nimmt die ganze Länge des Gliedes ein, die ausgedehnten Bruchflächen werden nekrotisch, zahlreiche Eitersenkungen dringen nach allen Richtungen hin vor und hiezu tritt noch Vereiterung zweier Gelenke. Unter diesen Umständen ist die Erhaltung des Gliedes sowohl als des Lebens im höchsten Grade gefährdet.

Cap. VII.

Die Abtrennung eines kleinen Fragmentes.

Fracture esquilleuse (Malgaigne). Fracture par arrachement.

§. 80. Die Abtrennung eines kleinen Knochenstückes, namentlich eines Knochenfortsatzes zählen wir gemäss der früher gegebenen

Definition zu den vollständigen Brüchen, da es sich hiebei um eine complete Continuitätstrennung handelt, während dieselbe von Malgaigne aus dem Grunde zu den unvollständigen Brüchen gerechnet wird, weil sie die Continuität und Solidität des Knochens im Ganzen nicht beeinträchtigt.

Es gehört hieher das Abbrechen von Knochenfortsätzen, welche zur Insertion der Sehnen einzelner Muskeln oder ganzer Muskelgruppen dienen, mag nun die Abtrennung durch den Zug dieser Muskeln oder durch direkte äussere Gewalt erfolgen. Ferner rechnen wir hieher das Abbrechen kleiner Fragmente von den Gelenkkörpern, welche bei Gelegenheit von heftigen Distorsionen oder von Luxationen der Gelenke nicht selten zu Stande kommen. Dagegen ist mir nur ein einziges Beispiel bekannt, dass von der Diaphyse der langen Knochen durch solche Gewalten, wie sie sonst Fracturen erzeugen, kleine Splitter abgesprengt worden sind, ganz abgesehen von den durch schneidende Instrumente (oder Schusswaffen) bewirkten Abtrennungen, welche nicht zu den Fracturen, sondern zu den Knochenwunden gehören.

Die angeführte Beobachtung stammt von Kappeler[1]). Ein junger Mann von 21 Jahren erlitt einen Hufschlag vom Pferde gegen den rechten Oberschenkel und dabei eine lange Wunde. Schon nach 3 Tagen ging er wieder an die Arbeit, allein die Wunde schloss sich nicht ganz, sondern eiterte fortwährend. 6 Wochen nach der Verletzung fand sich in der Mitte des Oberschenkels eine mit einem rundlichen Geschwür versehene orangengrosse Geschwulst, in welcher sich mehrere knochenharte Körper durchfühlen liessen. Mittelst Incisionen wurden vier ½ Zoll lange, spitze, innen rauhe, aussen fest mit der Muskulatur verwachsene Knochensplitter entfernt, worauf die rauhe und morsche Bruchfläche des nicht gebrochenen Femur zum Vorschein kam. Darauf Heilung der Wunde.

Gehen wir etwas näher auf die in Rede stehende Art von Brüchen ein, so bieten die einzelnen Fälle so mannigfache Verschiedenheiten dar, dass eine allgemeine Erörterung nicht zulässig erscheint. Es mag daher genügen, die wichtigsten Beispiele kurz anzuführen, wobei wir den Mechanismus ihrer Entstehung, welcher uns hier am meisten interessirt, bei ihrer Eintheilung zu Grunde legen.

§. 81. Die erste Gruppe dieser Brüche ist zu den sog. Rissbrüchen zu rechnen. Sie entstehen dadurch, dass ein kleines Knochenstück durch gewaltsamen Zug der an ihm sich inserirenden Sehnen ausgerissen wird. Denn sehr häufig sind eben die Sehnen und Bänder resistenter als der Knochen, so dass es eher zu einer Abreissung des letzteren als zu einer Ruptur der ersteren kommt. Hiebei wird entweder blos im Bereiche der Insertionsstelle der Bänder und Sehnen ein Stück der Rindensubstanz des Knochens ab- und ausgerissen oder der Knochenfortsatz in seiner ganzen Dicke abgetrennt. Jener gewaltsame Zug ist entweder die Folge einer vehementen willkürlichen Contraktion der Muskeln oder einer passiven Anspannung derselben oder endlich einer heftigen Zerrung der Bänder, welche sich an den Gelenkenden der Röhrenknochen ansetzen und bei starken Distorsionen und bei Luxationen der Gelenke auf's äusserste angespannt werden.

---

[1]) Kappeler, Chirurg. Beobachtungen aus dem Thurgauischen Cantonsspital Münsterlingen. Frauenfeld 1874, S. 254.

Für diese drei Kategorieen von Fällen mögen folgende Beispiele angeführt werden.

Beispiele von Rissbrüchen durch willkürlicheu Muskelzug sind:

Rissbruch des Fersenhöckers durch Zug der Achillessehne bei heftiger Contraktion der Wadenmuskeln.

Rissbruch der Spina tibiae durch Zug des Ligam. patell. bei heftiger Contraktion des Musc. quadriceps. In den wenigen bisher beobachteten Fällen (Richet, Pitha, Vogt) war die Veranlassung eine plötzliche Anstrengung, um das Hintenüberfallen zu verhüten. Bei jugendlichen Individuen kann hiebei eine Epiphysenlösung zu Grunde liegen.

Rissbruch des oberen oder unteren Randes der Patella gleichfalls durch heftigen Zug des Musc. quadriceps.

Rissbruch des Process. coracoid. scapulae durch Contraktion des Musc. biceps und coraco-brach. bei forcirter Supination. Auf diese Weise beobachtete C. O. Weber[1]) bei einer 36jährigen Frau, welche beim Waschen ein Leintuch ausringen wollte, eine Abreissung der Spitze des Fortsatzes.

Ob Rissbrüche des Trochanter maj., des Olekranon und des Process. coracoid. des Unterkiefers allein durch Muskelzug zu Stande kommen, ist noch nicht hinreichend sicher festgestellt.

Beispiele von Rissbrüchen durch passiven Muskelzug sind:

Rissbruch des Tuberc. maj. des Humerus, ausschliesslich bei Luxationen des Humeruskopfes, und zwar als ein nicht seltener Begleiter derselben beobachtet. Die Abreissung eines Theiles oder des ganzen Tuberkels erfolgt durch die sich an demselben inserirenden Auswärtsroller des Oberarmes (Musc. supra- und infraspinat., teres min.), welche beim Zustandekommen der gewöhnlichen Luxation nach vorne und unten heftig angespannt werden.

Rissbruch des Tubercul. min. humeri, äusserst selten und gleichfalls nur als Begleiter von Oberarmluxationen beobachtet (Blasius, Thudichum, Lücke, Jössel).

Beispiele von Rissbrüchen durch gewaltsame Zerrung von Gelenkbändern sind:

Rissbruch des Malleol. int. tib. durch Zerrung des inneren Seitenbandes des Fussgelenkes (Lig. deltoid.) bei übermässiger Abduktion (Pronation) des Fusses.

Rissbruch der lateralen Kante des unteren Endes der Tibia: entsteht gleichfalls durch forcirte Pronations- und Abduktionsbewegung des Fusses, wobei der Malleol. ext. mehr und mehr nach aussen und oben gedrängt und der Bandapparat, welcher Tibia und Fibula mit einander verbindet, auf's äusserste gespannt wird. Auf diese Weise sah Volkmann[2]) in mehreren Fällen ein keilförmiges Stück von verschiedener Grösse von dem Rande der Tibia abgetrennt (Fig. 38).

Fig. 38.



Rissbruch der lateralen Kante des unteren Endes d. Tibia nach 2 verschiedenen Fällen, mit gleichzeitiger Abreissung d. Malleol. int. Schematische Zeichnung nach Volkmann[2]).

Ausreissung der Knocheninsertion der Ligament. cruciat. an der Tibia bei heftiger Distorsion des Kniegelenkes (Anger[3]).

Rissbruch des Epicondylus int. humeri durch Zug des Ligam. lat. ext. cubiti, nach Hüter[4]) ein constanter Begleiter der Luxation des Vorderarmes nach aussen.

Abreissung eines Fragmentes vom unteren Gelenkrande des Radius. Bei starker Dorsal- oder Volarflexion (Fall auf die ausgestreckte Hand oder den Handrücken) wird zuweilen durch das gespannte Ligament. carpi vol. oder dors. ein flaches Stück vom volaren oder

---

[1]) C. O. Weber, Chrirurg. Erfahr. u. Untersuchungen. Berlin 1859, S. 169.
[2]) R. Volkmann, Beiträge zur Chirurgie. Berlin 1875, S. 106.
[3]) Anger, Traité iconograph. des maladies chirurg. I Monogr. Luxat. et fractures. Paris 1865, p. 274.
[4]) C. Hüter, Klinik der Gelenkkrankheiten. Leipzig 1871, S. 806.

dorsalen Gelenkrande des Radius mit der Insertion des Bandes abgerissen (an Stelle der typischen Abreissung der unteren Radiusepiphyse).

Endlich reiht sich hier an die Abreissungsfractur der Process. spinos. der Wirbelsäule bei Hyperflexion derselben, meist mit gleichzeitigem Compressionsbruch der Wirbelkörper (Middeldorpf[1]).

§. 82. Die zweite Gruppe von Fällen, in denen es sich gleichfalls um Abtrennung kleiner Fragmente von den Gelenkkörpern handelt, sind als Absprengungs- und Abknickungsbrüche zu bezeichnen. Sie entstehen auf indirektem Wege durch gewaltsames Anstossen oder Aufeinandertreffen der Gelenkkörper, wodurch die vorragende Spitze oder Kante eines Gelenktheiles abgedrückt wird. Wie die eben besprochenen intraartikulären Abreissungsfracturen kommen auch diese sowohl mit als ohne gleichzeitige Luxation zu Stande (Distorsions- und Verrenkungsbrüche).

Fig. 39.



Bruch des Capitulum radii.

Abknickungsbruch des Malleol. int. bei gewaltsamer Supination im Fussgelenke, wobei der um seine sagittale Achse gedrehte Talus mit dem medialen Rande gegen die Spitze des Knöchels anstösst.

Absprengung der vorderen Kante des unteren Gelenkendes der Tibia bei Luxation des Fusses nach vorne: durch den Stoss des sich dislocirenden Talus wird ein keilförmiges Stück vom vorderen Rande abgequetscht (Volkmann[2]).

Absprengung eines Stückes vom Rande der Schulter- und Hüftgelenkspfanne durch Anprall des Gelenkkopfes bei Luxation dieser Gelenke.

Abknickungsbruch des Olekranon durch forcirte Hyperextension im Ellbogengelenke.

Absprengung des Proc. coronoid. ulnae bei Fall auf die Kleinfingerseite der Hand, wobei durch den Stoss der Trochlea humeri die Spitze des Fortsatzes abgedrückt wird.

Absprengung eines Segmentes von der Gelenkfläche des Radiusköpfchens (Fig. 39) durch Stoss des Condyl. ext. humeri (s. o. S. 87).

§. 83. In einer dritten zahlreichen Gruppe von Fällen ist die Abtrennung der Knochenfortsätze durch direkte Gewalt, namentlich Schlag oder Fall bedingt, wozu die exponirte Lage derselben am meisten prädisponirt. Am häufigsten entsteht auf diesem Wege die Fractur des Process. coracoid. scapulae, des Epicondyl. int. und extern. humeri, des Olekranon, des Process. styloid. ulnae (Fig. 40), des Trochanter maj., der Spina ant. sup. oss. ilei, der Process. spinos. der Wirbel (Fig. 41).

§. 84. Ueber die Bedeutung dieser Abtrennung kleiner Fragmente oder Knochenfortsätze lässt sich bei der Mannigfaltigkeit der einzelnen Fälle, ohne diese zu specialisiren, kein zusammenfassendes Urtheil abgeben. Nur im Allgemeinen mag daran erinnert werden, dass ihre Bedeutung häufig mit der ausserordentlich geringfügigen Knochenver-

---

[1]) Middeldorpf, Beiträge zur Lehre von den Knochenbrüchen. Breslau 1853, S. 54.

[2]) R. Volkmann, Beiträge zur Chirurgie. Berlin 1875, S. 106.

letzung in gar keinem Verhältnisse steht, ja dass manche derselben geradezu zu den praktisch wichtigsten Fracturen zu rechnen sind. Denn bald handelt es sich um Knochenfortsätze, welche zur Insertion kräftiger Muskeln oder ganzer Muskelgruppen dienen, so dass ihre Abtrennung eine sehr wesentliche Störung in der Gebrauchsfähigkeit des Gliedes bedingt; bald handelt es sich um die Abtrennung intraartikulärer Fragmente, welche entweder der Festigkeit des Gelenkes Eintrag zu thun oder seine Beweglichkeit zu beschränken vermag.

Fig. 40.



Geheilte Fractur des Proc. styloid. ulnae mit geheiltem Querbruche der unteren Epiphyse des Radius.

Fig. 41.



Fractur des Process. spinos. des 7. Halswirbels, mit Pseudarthrose geheilt.

Hiezu kommt, dass wegen der Kleinheit des Fragments die Fractur in manchen Fällen sehr schwierig zu erkennen ist und desshalb häufig übersehen und vernachlässigt wird. Und endlich bedingt selbst bei richtiger Erkenntniss die Kleinheit des Fragmentes, welches an einer starken Sehne oder einem straffen Bande hängt, grosse Schwierigkeiten für die Reposition und noch mehr für die exakte Retention, so dass es nicht Wunder nehmen kann, wenn gerade bei dieser Art von Fracturen verhältnissmässig sehr häufig die Heilung nicht durch knöcherne Vereinigung sondern mit Pseudarthrose zu Stande kommt. Im letzteren Falle kann bei rein intra-artikulären Fracturen das Bruchstück sich in einen freien Gelenkkörper umwandeln.

Cap. VIII.

Der mehrfache Bruch.

Fractura multiplex.

Unter mehrfachen Brüchen werden zweierlei Arten von Fracturen verstanden, nämlich 1) solche, bei welchen der Knochen an einer und derselben Stelle in mehrere Fragmente getrennt ist — und 2) solche, bei welchen der Knochen an zwei oder mehreren von einander entfernt gelegenen Stellen gebrochen ist (Doppelbruch, dreifacher Bruch — Fractura duplex, triplex).

Die erstere der beiden Arten von mehrfachen Brüchen ist weitaus die häufigere; jedoch ist zu beachten, dass hieher blos die Brüche mit wenigen grösseren Fragmenten gerechnet werden, während man die mit zahlreichen kleineren Bruchstücken als Splitterbruch (s. u. S. 113) zu bezeichnen pflegt. Diese mehrfachen Brüche kommen an allen Arten von Knochen vor, sowohl in Folge direkter als indirekter Gewalt, und bieten natürlich je nach der Zahl, Gestalt und Grösse der einzelnen Bruchstücke zahllose Verschiedenheiten dar, welche nicht im Einzelnen erörtert zu werden brauchen. Nur folgende typische zusammengesetzte Fracturformen, von denen einige bisher unbeachtet geblieben sind, verdienen besondere Erwähnung.

§. 85. 1) Die T- und Yförmigen Brüche der Condylen. Dieselben haben vorzugsweise ihren Sitz an der unteren Epiphyse des Humerus und Femur. Die Trennung setzt sich zusammen aus zwei Bruchlinien. Beim T-Bruche (Fig. 42) aus einem queren oder

Fig. 42.



T-förmiger Bruch der Condylen des Femur, entstanden durch Fall auf das Knie.

Fig. 43.



Y-förmiger Bruch der Condylen des Humerus, entstanden durch Fall auf den Ellbogen.

schrägen Bruche oberhalb der Condylen und einem annähernd oder ganz senkrechten Bruche zwischen den Condylen. Beim Y-Bruche (Fig. 43) aus zwei schrägen Bruchlinien, welche etwa von der Mitte der Gelenkfläche ausgehen und nach beiden Seiten hin schräg oberhalb der Condylen auslaufen. Durch beide Bruchformen werden demnach drei Fragmente gebildet, indem die Condylen nicht nur vom Schafte, sondern auch von einander getrennt werden.

Die Veranlassung dieser Facturen ist bald eine direkte Gewalt (Auffallen einer schweren Last, Hinübergehen eines Wagenrades), bald eine indirekte (Fall auf die Hand oder den Ellbogen, beziehungsweise Fuss oder Knie). Der Fracturmechanismus ist noch Gegenstand der Controverse. Gurlt stellt wenigstens bezüglich des Humerus die Vermuthung auf, dass die über dem Gelenkende zuvor abgetrennte Diaphyse keilförmig in das Gelenkende hineingetrieben werde und die

Condylen auseinandersprenge, dass also der supracondyläre Querbruch die primäre, der intercondyläre Längsbruch die sekundäre Verletzung sei. Dagegen kam Madelung auf Grund von Leichenexperimenten zu der entgegengesetzten Ansicht, dass vielmehr der Längsbruch der Epiphyse die primäre Verletztung sei, indem durch keilförmige Eintreibung des Olekranon und der Patella die Condylen auseinandergesprengt werden. Neuerdings hat jedoch Marcuse durch sehr zahlreiche Leichenexperimente bewiesen, dass die Keilwirkung des Olekranon und der Patella zum Zustandekommen jener Brüche nicht erforderlich ist, da dieselben auch erzeugt werden können, ohne dass die Patella oder das Olekranon überhaupt von der Gewalt getroffen werden. Endlich bringt Duret die Bruchform in Zusammenhang mit der inneren Architektur des Knochens. Nach seiner Beschreibung bildet das spongiöse Gewebe am unteren Ende des Femur eine Art centralen Kegels, dessen Spitze der Fossa intercondylica entspricht und zu dessen beiden Seiten die vollkommen getrennten Spitzbogensysteme der Condylen liegen. Dieser Kegel bewirkt nach Duret die Trennung, indem er keilartig zwischen die beiden Condylen eingetrieben wird.

Marcuse erhielt bei Schlägen, welche bei gebeugtem Ellbogen- und Kniegelenke Olekranon und Patella trafen, meist comminutive Fracturen der letzteren ohne Längsspaltung der Gelenkenden. Wurde dagegen bei stark flektirtem Ellbogen- und Kniegelenke Olekranon und Patella gar nicht oder höchstens nur an der Spitze getroffen, so entstanden fast immer typische T- und Y-Brüche. Dasselbe war der Fall bei Schlägen, welche in der Längsachse der Knochen auf die Gelenkflächen geführt wurden, nachdem Olekranon und Patella lateralwärts luxirt oder resecirt worden waren. — In einer weiteren Versuchsreihe, welche hauptsächlich den Einfluss der Schlagrichtung im Verhältniss zur Achse der Knochen berücksichtigte, ergab sich, dass durch Schläge, welche mit gleicher Gewalt auf beide Condylen in der Achse des Knochens oder auch schräg oder rechtwinklig zur Querachse geführt wurden, T- und Y-Brüche, seltener einfache Querbrüche entstanden; bei schräger Richtung der Gewalt wurde derjenige Condyl abgesprengt, welcher zumeist getroffen war; traf jedoch die Gewalt noch mit genügender Kraft den anderen Condyl mit, so wurde auch dieser abgetrennt.

Im Anschlusse hieran verdient noch eine andere Art von Y-Bruch an den Gelenkenden Erwähnung, welcher namentlich am unteren Ende der Tibia und des Femur seinen Sitz hat und einem anderen als dem eben beschriebenen Mechanismus seine Entstehung verdankt. Derselbe steht nämlich in Zusammenhang mit einem Spiralbruche am unteren Ende des Schaftes. Durch das spitze keilförmige Ende des oberen Fragmentes wird das untere, in welchem jenes steckt, auseinander gebrochen. Der Längsbruch geht demnach von der Spitze des einspringenden Winkels am unteren Fragmente aus, verläuft entweder in ganz senkrechter oder auch spiralig gewundener Linie bis durch die Gelenkfläche hindurch und spaltet das ganze Gelenkende in zwei oder mehrere Theile auseinander (Fig. 44 und 45).

§. 86. 2) Charakteristisch für den Biegungsbruch ist die Aussprengung eines dritten keilförmigen Fragmentes, das mit seiner Basis der Druckrichtung, also der Conkavität der Biegung zugekehrt ist (s. o. S. 54). Die beiden langen Bruchstücke sind nach derselben Seite hin schräg zugespitzt, so dass also in die beim Zusammenfügen der-

Fig. 44.



Spiralbruch des unteren Endes der Tibia mit Längsspaltung der Epiphyse. Nach Gosselin.

Fig. 45.



Spiralbruch des unteren Endes des Femur mit Längsbruch der Epiphyse. Nach Gurlt.

Fig. 46.



Biegungsbruch des Femur mit Aussprengung eines keilförmigen Fragmentes.

Fig. 47.



Biegungsbruch der Tibia mit Zweitheilung des keilförmigen Fragmentes.

Fig. 48.



Biegungsbruch der Tibia mit Splitterung des keilförmigen Fragmentes.

selben entstehende Lücke das keilförmige Fragment genau sich einpassen lässt (Fig. 46). Letzteres ist zuweilen selbst wieder in zwei (Fig. 47) oder mehrere (Fig. 48) Splitter zerbrochen, jedoch lässt sich auch bei weiterer Splitterung durch genaue Zusammenfügung der Splitter dieselbe charakteristische Bruchform erkennen; so ist in dem in Fig. 48 abgebildeten Falle das keilförmige Fragment in drei genau zusammenpassende Splitter zerbrochen.

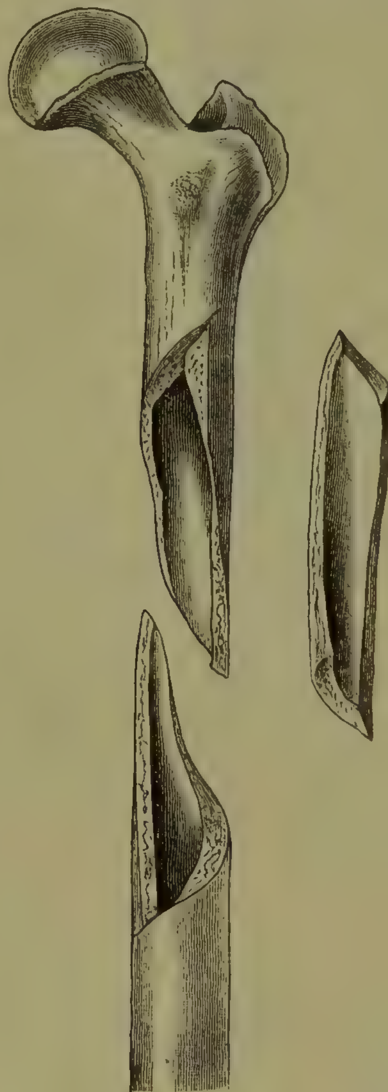
§. 87. 3) Charakteristisch für den Torsionsbruch ist die Absprengung eines rautenförmigen Fragmentes, das bisher nirgends

Fig. 49.



Spiralbruch des Femur mit Absprengung eines rautenförmigen Fragmentes.

Fig. 50.



Spiralbruch des Femur mit Absprengung eines rautenförmigen Fragmentes.

Erwähnung gefunden hat. Ich habe dasselbe nicht nur wiederholt bei Leichenexperimenten erhalten, sondern auch an mehreren Präparaten gefunden, von denen zwei in beistehenden Abbildungen Fig. 49 und 50 wiedergegeben sind. Wie aus letzteren zu ersehen, ist die Rautenform des Fragmentes so eigenthümlich, dass dieses sofort seinen Ursprung von einem Spiralbruch verräth. Man erkennt an demselben die beiden kurzen Seiten als Theile der Schraubenlinie, während die

beiden langen Seiten annähernd gerade und der Längsachse des Knochens entsprechend verlaufen. Seine Entstehung ist daraus zu erklären, dass nach dem Einreissen des Knochens in der Schraubenlinie die Aufbiegung nicht blos in einer, sondern in zwei parallelen Longitudinallinien erfolgt. Die beiden Bruchenden zeigen dann allerdings nicht

Fig. 51.



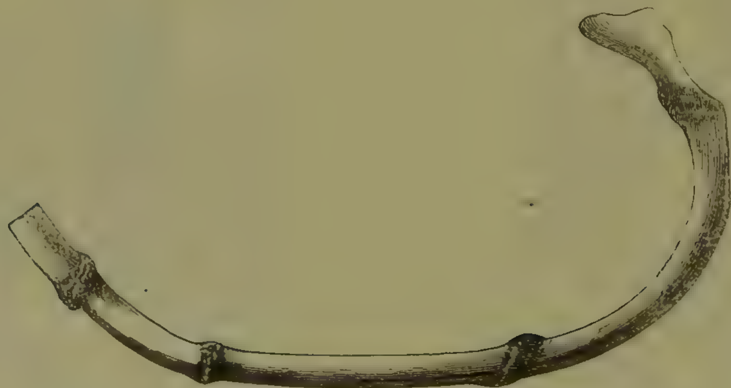
Geheilter Doppelbruch der Diaphyse des Humerus.

Fig. 52.



Geheilter Doppelbruch der Diaphyse der Tibia.

Fig. 53.



Geheilter vierfacher Bruch einer Rippe, entstanden durch Hinübergehen eines Wagenrades.

mehr genau die beschriebenen Fracturlinien des einfachen Spiralbruches, gewinnen jedoch durch Einfügung des Splitters sofort wieder ihre charakteristische Eigenthümlichkeit. Hie und da findet man auch, dass die eine oder andere der beiden longitudinalen Fracturlinien nur als Fissur angedeutet ist.

§. 88. Die zweite Art von mehrfachen Brüchen, bei der es sich um die Trennung eines Knochens an mehreren gesonderten Stellen handelt, ist eine recht seltene Verletzung. Am häufigsten sind Doppelbrüche beobachtet worden, und zwar bereits an allen langen Röhrenknochen, ausserdem namentlich an den Rippen, auch am Schlüsselbeine, Unterkiefer, Jochbeine. Beide Brüche haben ihren Sitz entweder allein an der Diaphyse (Fig. 51 und 52) oder gleichzeitig an dieser und an einer Epiphyse oder endlich nur an beiden Epiphysen, so dass die Diaphyse beiderseits von denselben getrennt ist. Die Brüche sind häufig reine Querbrüche, zuweilen Schrägbrüche. Bezüglich ihrer Entstehung steht so viel fest, dass sie in der Regel durch eine direkte breit einwirkende Gewalt veranlasst werden, wie durch das Auffallen schwerer Lasten, Hinübergehen eines Wagenrades u. s. f. Beispielsweise liegt eine ganze Reihe von Beobachtungen vor, in denen durch Ueberfahrenwerden gleichzeitig mehrere Rippen Doppelbrüche erlitten; so war in einem Falle von O. Weber[1]) ein 4½ Zoll breites Stück von der 2. bis 12. Rippe völlig herausgebrochen, so dass diese ganze Partie des Thorax beim Athmen wie eine Klappe auf- und abstieg. Dagegen muss es einstweilen noch dahingestellt bleiben, ob auch auf indirektem Wege Doppelbrüche der Diaphysen entstehen können, da die meisten Beobachtungen von solchen sich auf Präparate geheilter Brüche ohne sichere anamnestische Anhaltspunkte beziehen. Nur am Schlüsselbeine ist das Vorkommen indirekter Doppelbrüche sicher erwiesen, wie ich durch eine eigene Beobachtung (Entstehung durch Fall auf die Schulter) bestätigen kann.

Als Beispiele solcher Doppelbrüche der Diaphyse des Humerus und der Tibia mögen die in Fig. 51 und 52 wiedergegebenen Abbildungen von Präparaten aus der Sammlung der Tübinger Klinik dienen, über welche als zufällige Sektionsfunde keine anamnestischen Notizen vorliegen.

Ausserordentlich selten sind drei- und mehrfache Brüche desselben Knochens. Als Beispiele sind in Fig. 53 ein Fall von geheilter vierfacher Fractur einer Rippe und in Fig. 55 ein vierfacher Bruch der Fibula abgebildet.

Cap. IX.

Der Splitterbruch.

Comminutivbruch. Fractura comminuta, assularis.

§. 89. Unter Splitterbruch versteht man die Trennung eines Knochens oder Knochentheiles in eine grössere Anzahl kleiner Stücke. Letztere werden Splitter (assulae, esquilles, splints) genannt, im Gegensatze zu den grösseren aus der ganzen Dicke oder Breite des Knochens abgetrennten Knochenstücken, wie wir sie bei den mehrfachen Brüchen (s. o. S. 107) kennen gelernt haben und welche man Fragmente zu nennen pflegt. Somit findet ein ganz allmäliger

[1]) Weber, Chirurgische Erfahrungen und Untersuchungen. Berlin 1859, S. 166.

Uebergang statt von den mehrfachen Brüchen zu den Splitterbrüchen, sobald die abgetrennten Knochenstücke an Anzahl zu- und an Volumen abnehmen (s. Fig. 54).

Die Gestalt und Grösse der Splitter ist ausserordentlich mannigfaltig, so dass sie sich nur selten mit bekannten Formen und mathematischen Figuren vergleichen lässt. In der Regel bestehen sie sowohl aus spongiöser als Rindensubstanz, zuweilen blos aus letzterer, selten ausschliesslich aus spongiöser Substanz. Je nach ihrem verschiedenen Verhalten zu den umgebenden Weichtheilen findet man bald vollständig abgesprengte, bald noch mit dem Periost mehr oder weniger in Verbindung gebliebene Splitter; bald sind sie an der Bruchstelle in unveränderter Lage, bald in verschiedener Richtung und Entfernung verschoben und durcheinander geworfen, bald in die Bruchenden selbst, bald in die Weichtheile, namentlich in die Muskeln hineingetrieben.

Auf Grund dieses verschiedenartigen Verhaltens pflegt man die Splitter nach dem Vorgange von Dupuytren in primäre, sekundäre und tertiäre einzutheilen. Allein diese Eintheilung erscheint durchaus willkürlich und sollte besser ganz aufgegeben werden. Denn es liegt offenbar kein Grund vor, diejenigen Splitter, welche sofort beim Zustandekommen des Bruches ganz abgelöst sind, und diejenigen, welche noch an Weichtheilen festsitzen und eventuell erst später durch Eiterung frei werden, als primäre und sekundäre Splitter von einander zu unterscheiden; die tertiären Splitter Dupuytren's aber haben überhaupt Nichts mit Fractursplittern gemein, da sie nichts Anderes sind, als Sequester, welche sich bei complicirten Fracturen von den Bruchenden in Folge der Eiterung an der Bruchstelle abstossen.

§. 90. Entsprechend dem verschiedenen Verhalten der Splitter sowohl als der die Bruchstelle umgebenden Weichtheile ist auch das äussere Bild der Splitterbrüche ein sehr wechselndes. In der Regel findet sich an der Fracturstelle eine Anzahl kleinerer und grösserer unregelmässiger Bruchstücke, welche sich theils vollständig abgelöst theils an Periostbrücken noch adhärent zeigen und nach verschiedenen Richtungen verschoben und auseinandergesprengt sind. Zuweilen kommt es jedoch vor, namentlich bei Splitterbrüchen spongiöser Knochentheile, dass die Bruchstücke durch das unversehrte Periost der Art zusammengehalten werden, dass der Knochentheil keine wesentliche Veränderung seiner äusseren Form erleidet.

Den höchsten Grad der Zersplitterung und Zerstörung bezeichnet man als Zermalmungsbruch (Fractura conquassata), bei welchem der Knochen in eine fast zahllose Menge von grösseren und kleineren Bruchstücken zersprengt ist. Zugleich ist das Periost in grosser Ausdehnung zerrissen, so dass die Bruchstücke ganz frei und nach allen Richtungen verschoben sind, und gewöhnlich auch die Muskulatur in ähnlicher Weise zertrümmert und zerrissen, während die äussere Haut dagegen nicht selten in Folge ihrer grösseren Elasticität ungetrennt geblieben ist. In diesem Falle stellt sich die Bruchstelle eigentlich nur als ein von der Haut gebildeter Beutel dar, welcher mit crepitirenden Knochenstücken angefüllt ist, wie ein Sack mit Scherben. In Fig. 55 ist eine solche grossartige Zersplitterung der Tibia durch Ueberfahren-

werden abgebildet, nachdem die zahlreichen Bruchstücke möglichst in ihre frühere Lage zurückgebracht worden sind; dieselben bilden stellenweise ein Bündel reiner Längssplitter.

Den Gegensatz hiezu bildet der Quetschungs- oder Compressionsbruch (Fr. par écrasement), bei welchem der Knochen in seiner äusseren Form nur wenig verändert, dagegen in seinem Gewebe zusammengequetscht und zertrümmert ist. In den reinsten Formen dieses Bruches, wie sie an gewissen spongiösen Knochen und Knochentheilen, namentlich den Wirbelkörpern und dem Calcaneus vorkommen, findet gar keine Absprengung von Splittern statt, so dass diese also zu den unvollständigen Brüchen gehören und an jener Stelle bereits Erwähnung gefunden haben (s. o. §. 63). In anderen Fällen jedoch werden gleichzeitig von der Rindensubstanz wegen ihrer grösseren Sprödigkeit einzelne Splitter vollständig abgesprengt, so dass dann diese zu den eigentlichen Splitterbrüchen gehören.

Fig. 54.



Comminutivbruch des unteren Endes des Humerus, durch Sturz aus der Höhe auf den Ellbogen.

Fig. 55.



Ausgedehnter Comminutivbruch der Unterschenkelknochen durch Ueberfahrenwerden.

Aehnlich verhält es sich mit dem sogenannten Einkeilungsbruche (fracture par pénétration), bei welchem gleichfalls eine Zertrümmerung der spongiösen Substanz ohne erhebliche Veränderung der äusseren Form des Knochens stattfindet. Derselbe ist gewissen Gelenkenden der Röhrenknochen eigenthümlich und entsteht in der Art, dass das eine Fragment (gewöhnlich das Bruchende der Diaphyse) in die spongiöse Substanz des anderen (gewöhnlich der Epiphyse) hineingetrieben wird und das spongiöse Gewebe zertrümmert. Wir werden diesen Vorgang des Näheren bei der Erörterung der Dislokation der Fragmente (s. u. §. 108) besprechen.

Die Entstehung von Comminutivbrüchen setzt im Allgemeinen die Einwirkung sehr starker, zum Theil sogar der stärksten Gewalten voraus. Eine Ausnahme hievon gilt nur für die übrigens nicht seltenen Fälle, in denen es sich um abnorm zerbrechliche Knochen (namentlich bei seniler Atrophie) handelt, da solche selbst durch relativ geringe Gewalteinwirkungen eine Zersplitterung erleiden können. Im Uebrigen

entstehen Splitterbrüche an den Diaphysen der Röhrenknochen fast nur durch direkte, namentlich breiteinwirkende heftige Gewalten. Zu den häufigsten derartigen Veranlassungen gehört das Auffallen schwerer Körper, Verschüttung, Ueberfahrenwerden, Hufschlag vom Pferde, Maschinenverletzungen aller Art, Verletzungen durch Schusswaffen, Explosionen u. s. f. An den Epiphysen dagegen entstehen Comminutivbrüche weit häufiger auf indirektem als direktem Wege, wie namentlich durch Sturz aus beträchtlicher Höhe.

Cap. X.

Die gleichzeitigen Brüche mehrerer Knochen.

§. 91. Bei den gleichzeitig entstandenen Brüchen mehrerer Knochen sind zweierlei Gruppen von Fällen zu unterscheiden.

Die erste Gruppe betrifft die gleichzeitigen Fracturen paralleler Knochen, nämlich der beiden Knochen des Vorderarms und Unterschenkels sowie der Rippen, der Metakarpal- und Metatarsalknochen. Ihre Frequenz im Vergleiche zu den Brüchen eines einzelnen dieser Knochen ist theils eine geringere theils eine höhere. Beispielsweise ist die gleichzeitige Fractur mehrerer Rippen fast ebenso häufig als die einer einzelnen. Am Vorderarm ist der Bruch beider Knochen seltener als die isolirte Fractur des Radius, jedoch häufiger als die isolirte Fractur der Ulna, während die Fractur beider Unterschenkelknochen mehr als doppelt so häufig ist, als die isolirten Fracturen der Tibia und Fibula zusammen.

Unsere Statistik der relativen Frequenz der einzelnen Fracturen (s. §. 6 Tab. II) ergibt folgende genauere Zahlenverhältnisse: unter 1898 Brüchen am Vorderarme sind 752 Brüche beider Vorderarmknochen, 828 des Radius und 318 der Ulna allein. Unter 1215 Brüchen am Unterschenkel betreffen 879 beide Unterschenkelknochen, 160 die Tibia und 176 die Fibula allein.

Ihre gleichzeitige Entstehung ist entweder auf eine und dieselbe oder auf zweierlei rasch auf einander folgende Gewalten zu beziehen. Während die beiden Vorderarmknochen fast immer gleichzeitig durch dieselbe direkte Gewalt gebrochen werden, kommt es am Unterschenkel nicht selten vor, dass der Bruch der Fibula erst einige Zeit nach dem der Tibia erfolgt, und zwar meist durch die Last des Körpergewichtes, wenn der Verletzte sich zu erheben und zu gehen versucht. Hiemit steht es denn auch in Zusammenhang, dass die Vorderarmknochen gewöhnlich in gleicher Höhe, die Unterschenkelknochen häufig in ungleichem Niveau brechen, und zwar die Fibula meist höher oben als die Tibia.

In prognostischer Beziehung ist die gleichzeitige Fractur zweier paralleler Knochen, trotzdem sie im Allgemeinen zu den einfachen Brüchen gerechnet wird, doch von erheblich schwererer Bedeutung. Denn beim Bruche eines einzelnen Knochens dient der andere als Schiene zu Gunsten einer correkten Heilung, und überdies besteht beim Bruche beider Knochen die Gefahr der Verwachsung derselben durch Callusbrücken, welche am Vorderarme eine schwere Funktionsstörung bewirkt (s. u. §. 153).

Die andere Gruppe von Fällen betrifft die gleichzeitig entstandenen Brüche mehrerer von einander entfernter Knochen. Diese bilden jedenfalls ein seltenes Vorkommniss. Malgaigne berechnet ihre Frequenz auf 1,2 % aller Fracturen, C. O. Weber auf 6,6 %, Moritz auf 6 %, Leisrink auf 3 %. Alle diese Statistiken beziehen sich jedoch nur auf Hospitalkranke, während Gurlt in seiner Statistik auch die ambulatorisch behandelten Fälle einrechnet und hiebei ein Procentverhältniss von 4,1 erhält.

In der grossen Mehrzahl dieser Fälle finden sich nur 2 verschiedene Fracturen, äusserst selten 3 und 4. Bald haben sie ihren Sitz blos an den Extremitäten, und zwar entweder symmetrisch an beiden Seiten (z. B. durch Hinübergehen eines Wagenrades über beide Beine) oder an verschiedenen Abschnitten derselben Extremität, bald gleichzeitig an den Extremitäten und dem Rumpfe oder Kopfe. Die häufigste Veranlassung ist ohne Zweifel ein Sturz aus beträchtlicher Höhe, wodurch theils indirekte theils direkte Fracturen entstehen, ferner Auffallen schwerer Lasten, Ueberfahrenwerden, Maschinenverletzungen.

In prognostischer Beziehung gehören die multiplen Fracturen meist zu den schwersten Verletzungen; beispielsweise ergibt sich aus den Statistiken von C. O. Weber, Moritz und Leisrink mit insgesammt 124 Fällen eine Mortalität von 40 %, wobei natürlich die sofort oder bald nach der Verletzung Gestorbenen nicht in Rechnung kommen können. Denn die mit grosser Heftigkeit und in grosser Ausdehnung einwirkende Gewalt bewirkt nothwendig starken Shok, häufig auch gleichzeitige Verletzung innerer Organe und überdies Perforation der Weichtheile an der Bruchstelle. Fehlen dagegen derartige Complikationen, so wächst die Gefahr keineswegs, wie manche Chirurgen annehmen, einfach mit der Anzahl der Fracturen, vielmehr lehrt die Erfahrung, wie schon Dupuytren und Malgaigne gezeigt haben, dass die einzelnen Brüche ebenso leicht und schnell heilen wie die isolirt vorkommenden.

Cap. XI.

Die traumatische Epiphysentrennung.

Diductio epiphysium. — Divulsion, disjonction, décollement traumatique des épiphyses.

Die gewaltsamen Epiphysenabsprengungen, obgleich im engsten Sinne nicht zu den Fracturen gehörig, verdienen aus mehrfachen Gründen den verschiedenen Arten von Fracturen angereiht zu werden. Denn sie entstehen im Allgemeinen durch dieselben Gewalten, wie die Knochenbrüche, bieten ähnliche oder dieselben Erscheinungen dar und verlangen dieselbe Behandlung; überdiess sind sie sehr häufig mit Fracturen der angrenzenden Knochensubstanz verbunden. Auf der anderen Seite sind wir aber auch vollkommen berechtigt, die Epiphysentrennungen nicht, wie Manche wollen, mit den Fracturen vollkommen zu identificiren, da sie nicht blos vom anatomischen, sondern auch vom klinischen Standpunkte aus manches Specifische darbieten.

§. 92. Ueber das Vorkommen der Epiphysenlösungen gehen die Meinungen bis zum heutigen Tage sehr weit auseinander. Von Manchen (Coulon, Marjolin) ganz geläugnet, von Anderen (Broca, Uffelmann, R. W. Smith) als häufige Verletzung hingestellt, werden die Epiphysenlösungen von den beiden anerkanntesten Autoren auf dem Gebiete der Fracturenlehre, von Malgaigne und Gurlt, als recht seltene Verletzungen betrachtet. Die Ursache solcher Meinungsverschiedenheiten ist wohl darin zu suchen, dass bis in die neuere Zeit nur vereinzelte Beobachtungen vorlagen, welche durch die anatomische Untersuchung bestätigt waren [1]). Die Diagnose am Lebenden aber ist unter Umständen so schwierig, dass sie sehr häufig nicht mit voller Sicherheit gestellt werden kann. Hiezu ist vor Allem eine sehr genaue Kenntniss des anatomischen Verhaltens der Epiphysen an den einzelnen Knochen und in den verschiedenen Abschnitten der Wachsthumsperiode unerlässlich, da sich mit den fortschreitenden Entwicklungsstadien der Knochen die Grenzen zwischen Epi- und Diaphyse sehr bedeutend verschieben. Beispielsweise bildet bekanntlich bei den Neugeborenen das ganze obere Ende des Oberschenkelknochens, also Gelenkkopf, Hals, grosser und kleiner Trochanter eine einzige Epiphyse, welche in toto abgesprengt werden kann, während später der Schenkelkopf und beide Trochanteren gesonderte Epiphysen bilden und der Schenkelhals einen Bestandtheil der Diaphyse ausmacht, so dass dann nur isolirte Absprengungen der einzelnen Epiphysen für sich vorkommen können. Ausserdem wird die Diagnose am Lebenden noch dadurch erschwert, dass kein allgemein gültiger Termin für die knöcherne Verwachsung der Epiphysen existirt, sondern letztere in manchen Fällen verfrüht, in anderen verspätet [2]) sich vollzieht. Es ist somit auch kein ganz bestimmter Termin aufzustellen, bis zu welchem eine Epiphysenabsprengung noch möglich ist; nur so viel lässt sich aus der von mir gesammelten Casuistik entnehmen, dass nach den bisherigen Erfahrungen das 20. Lebensjahr als Grenze für das Vorkommen dieser Verletzung betrachtet werden kann.

Ueber die Häufigkeit des Vorkommens von Epiphysenlösungen sowie über ihr Verhältniss zur Frequenz der Fracturen in demselben Lebensalter lassen sich keine genaueren statistischen Erhebungen anstellen, und zwar allein wegen der Schwierigkeit, diese beiden Arten von Continuitätstrennungen am Lebenden von einander zu unterscheiden. Denn aus diesem Grunde lassen sich statistisch nur diejenigen Fälle verwerthen, in welchen die Absprengung der Epiphyse durch die anatomische Untersuchung bestätigt ist, sei es bei einer gleichzeitig vorhandenen penetrirenden Weichtheilwunde, sei es nach der Amputation oder Resektion des Gliedes oder bei der Obduktion nach tödtlichem Ausgange. Und selbst, wenn auch die übrigen Fälle aus

[1]) Schon Malgaigne hat die noch neuestens immer wieder reproducirte Angabe widerlegt, dass schon Hippokrates und A. Paré Epiphysenlösungen gekannt und erwähnt haben. Die erste genauere Erörterung dieser Verletzung stammt von Reichel, jedoch sind die drei von ihm als geheilte Epiphysenabsprengungen am Humerus und Femur beschriebenen und abgebildeten Fälle mit grösster Wahrscheinlichkeit als geheilte Fracturen des Collum humeri und als spontane Ablösung der unteren Epiphyse des Femur anzusprechen.

[2]) Uffelmann fand noch vollständig getrennte Epiphysen an den Extremitäten-Skeletten mehr als 30jähr. Individuen (Deutsche Klinik 1864. Nr. 19. S. 183).

der Casuistik mit eingerechnet werden könnten, die sich auf mehrere Hundert belaufen [1]), würde doch sicherlich ihre Anzahl der wirklichen Frequenz nicht entsprechen, da unstreitig nicht wenige Epiphysenlösungen für Fracturen, manche für Luxationen gehalten werden. Jedenfalls habe ich sowohl aus der Durchsicht der Literatur, als aus meiner eigenen Erfahrung die Ueberzeugung gewonnen, dass die Verletzung keineswegs so gar selten ist, als man bisher annimmt. Während in dem Werke von Gurlt insgesammt 18 anatomisch untersuchte Fälle gesammelt sind, und in der neuesten Arbeit über diesen Gegenstand von P. Vogt noch 4 weitere Fälle aus der Literatur hinzugefügt wurden, habe ich bei einer keineswegs erschöpfenden Durchsicht der Literatur ihre Anzahl auf 78 vermehrt und noch 3 selbst beobachtete Fälle aus der Tübinger Klinik hinzugefügt. Die Gesammtzahl der Fälle, in welchen die Epiphysenabsprengung während des Lebens entstanden und durch die anatomische Untersuchung bestätigt ist, beträgt somit 81. Unter denselben sind 11 Beobachtungen enthalten, in welchen gleichzeitig mehrere (2—4) Epiphysen abgesprengt sind, so dass wir über ein Material von insgesammt **100** Absprengungen einzelner Epiphysen verfügen.

Wir legen im Folgenden dieses statistische Material zu Grunde, das ich kürzlich an anderer Stelle [2]) in tabellarischer Uebersicht zusammengestellt habe.

Zunächst ergibt sich eine sehr ungleiche Vertheilung der Frequenz auf die einzelnen Abschnitte des Kindes- und Jünglingsalters. Die grösste Frequenz fällt in das Alter von 10—19 Jahren, indem von 61 Fällen, in denen das Lebensalter bekannt ist, 44 dieser Periode angehören. Das Maximum trifft speciell auf das 16.—17. Lebensjahr (14 Fälle), dann folgt das 12.—14. (15 Fälle), dann das 18.—20. (9 Fälle), dann das 10.—11. Lebensjahr (6 Fälle). Die geringste Frequenz dagegen weist das 1.—9. Lebensjahr auf. Diese Thatsache steht allerdings in offenbarem Widerspruche mit den anatomischen Verhältnissen, sofern die Epiphysen im ersten Kindesalter relativ den grössten Umfang besitzen und noch weniger fest mit den Diaphysen verbunden sind. Die Erklärung ist aber lediglich in den äusseren Umständen zu suchen, da eben die Kinder in den ersten Lebensjahren derartigen äusseren Gewalten, welche zum Zustandekommen von Epiphysenlösungen und namentlich ihrer schwereren und schwersten Formen nothwendig sind, fast niemals ausgesetzt sind. Endlich trifft noch eine Anzahl von Fällen (6) auf Neugeborene, bei denen intra partum durch rohe Kunsthülfe Epiphysenabsprengungen bewirkt worden sind, und in einem einzigen Falle (Carus) ist die Verletzung intra-uterin bei einem fünfmonatlichen Fötus dadurch entstanden, dass die Mutter aus einer Höhe von 12—15 Fuss mit dem Unterleib auffiel. Die Altersgrenze, bis zu welcher überhaupt Epiphysenlösungen beobachtet worden sind, bildet das 20. Lebensjahr (2 Fälle).

---

[1]) Manquat gibt eine summarische Sammlung von 130 Fällen aus der Literatur. Aus eigener Beobachtung sowie aus den Journalen der Tübinger Klinik kann ich noch 10 Fälle hinzufügen, welche meist Absprengungen der unteren Epiphyse des Radius und der oberen Epiphyse des Humerus betreffen.

[2]) P. Bruns, Ueber traumatische Epiphysentrennung. Arch. f. klin. Chir. 1881, Bd. 27, S. 240.

Die Häufigkeitsverhältnisse der Absprengung der einzelnen Epiphysen gestaltet sich wesentlich anders, als bisher angenommen wurde. Während man allgemein die Abtrennung der oberen Epiphyse des Humerus für die häufigste zu halten pflegt, steht nach unserer Statistik in erster Linie die der unteren Epiphyse des Femur, in zweiter die der unteren Epiphyse des Radius und erst in dritter Linie die der oberen Epiphyse des Humerus, ja es machen sogar die beiden erstgenannten zusammen mehr als die Hälfte aller Fälle aus. Die überwiegende Häufigkeit der Absprengung der unteren Epiphyse des Femur erklärt sich wohl daraus, dass dieselbe lange Zeit einen sehr beträchtlichen Umfang besitzt und erst spät knöchern verwächst, sowie daraus, dass indirekte Gewalten vermöge des langen Hebelarmes des Unterschenkels und der Festigkeit der Kniegelenksbänder mit grosser Gewalt auf die Knorpelfuge einzuwirken vermögen. Immerhin halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass die Trennungen der unteren Epiphyse des Radius, welche in unserer Statistik beinahe ebenso stark vertreten sind, im Ganzen thatsächlich noch häufiger vorkommen, da sie sicherlich öfter uncomplicirt sind und glatt heilen und somit nicht Gegenstand anatomischer Untersuchung werden.

Im Einzelnen ergibt sich die Vertheilung der Fälle aus folgender Uebersicht:

Humerus	obere	Epiphyse	11	Fälle
	untere	„	4	„
Ulna	obere	„	1	„
	untere	„	2	„
Radius	untere	„	25	„
Ossa pelvis			3	„
Femur	obere	„	2	„
	untere	„	28	„
Tibia	obere	„	4	„
	untere	„	11	„
Fibula	obere	„	3	„
	untere	„	4	„
Metatarsus			2	„
		Gesammtzahl	100	Fälle

§. 93. Was die Entstehungsweise der Epiphysenabsprengungen betrifft, so gilt im Allgemeinen der Satz, dass sie nur durch die Einwirkung sehr bedeutender Gewalten zu Stande gebracht werden. Diese Gewalteinwirkungen sind jedenfalls im Vergleiche zu denjenigen, welche bei Kindern Knochenbrüche herbeizuführen pflegen, in der Regel heftiger, allein es lässt sich hierüber aus unserer Statistik kein sicheres Urtheil gewinnen, da sie eben überwiegend die schwereren und schwersten Fälle umfasst, welche zum Theil durch die heftigsten Gewalten veranlasst worden sind, die überhaupt die Extremitäten treffen können. Beispielsweise war die Veranlassung 17 mal Sturz aus beträchtlicher Höhe, 9 mal Hineingerathen des Gliedes zwischen die Speichen eines in Bewegung befindlichen Wagens, 8 mal Maschinenverletzung, 9 mal Hinübergehen eines Wagenrades, ferner Auffallen von Lasten, rohe Manipulationen von Geburtshelfern bei schweren Geburtsfällen u. s. w. Dagegen finden sich nur etwa 6 Fälle, in denen

eine ziemlich geringfügige Veranlassung, wie z. B. Fall von einer niederen Erhöhung vorausgegangen war. Zieht man jedoch auch diejenigen Fälle aus der übrigen Casuistik in Betracht, in denen die Diagnose auf Epiphysenlösung mit aller Wahrscheinlichkeit gestellt, aber nicht durch die anatomische Untersuchung verificirt werden konnte, so kommen doch nicht so selten Epiphysenlösungen nach weniger schweren Gewalteinwirkungen vor. Beispielsweise beobachtete ich bei einem 9 jährigen Knaben eine unzweifelhafte Epiphysenlösung am unteren Ende des Radius durch Herabfallen von einer niedrigen Leiter, sowie eine solche des oberen Endes des Humerus bei einem 14jährigen Knaben nach Fall von einem Baume aus 5 Fuss Höhe.

Der Entstehungsmechanismus der Epiphysenlösungen bietet, soweit unsere bisherige Kenntniss reicht, am meisten Analogieen mit dem der Luxationen bei Erwachsenen dar. Dass dieselben in der Regel auf indirektem Wege erfolgen, erklärt sich schon daraus, dass die Epiphysen wegen ihrer Kleinheit den direkt einwirkenden Gewalten sehr geringe Angriffspunkte darbieten. Meist sind es forcirte Bewegungen in den Gelenken, wie namentlich Hyperextension, gewaltsame Abduktion, Zerrung und Drehung, welche, so lange die Gelenkverbindungen fester sind als die Knorpelfuge, eher eine Trennung der letzteren als der ersteren bewirken. Hiemit steht es im Einklange, dass wenigstens im frühesten Lebensalter Luxationen überhaupt fast gar nicht vorkommen, so dass hier die Epiphysentrennung als adäquate Verletzung mit den Luxationen bei Erwachsenen in eine Linie zu stellen ist.

Experimentelles. Um bei der Seltenheit der Beobachtungen am Lebenden die Bedingungen und den Mechanismus der Entstehung der Epiphysenlösungen aufzuklären, sind schon seit langer Zeit Versuche an Kinderleichen angestellt worden.

Wilson sowie Pajot wiesen bei neugeborenen Kindern nach, dass die Festigkeit der Knorpelfuge durch die umgebenden Weichtheile, namentlich das Periost wesentlich erhöht wird, indem nach Abtrennung derselben die Epiphyse durch eine weit geringere Belastung abgelöst werden kann.

Die grösste Zahl von Versuchen stellte Salmon an, welcher namentlich die Epiphysen des Ellbogengelenkes durch forcirte Extension zur Ablösung brachte, und zwar an 129 Armen 64mal die ganze untere Epiphyse des Humerus, nur 2mal den Condyl. int. allein, 2mal die obere Epiphyse der Ulna, 1mal die obere des Radius.

Voillemier sprengte die untere Epiphyse des Radius vorzugsweise durch Hyperextension des Handgelenkes ab.

Guéretin hat an Leichen im Alter von 1—14 Jahren Versuche über das Alter angestellt, in welchem am leichtesten die Epiphysen künstlich abgesprengt werden können; bei 4 Kindern von 9 Monaten erhielt er 1mal reine Epiphysentrennung, 3mal Fractur, bei Kindern von 2—7 Jahren 1 Absprengung unter 9 Versuchen, bei Kindern von 7—14 Jahren unter 10 Versuchen keine einzige Epiphysentrennung, stets Fracturen und Luxationen.

Gurlt war bei seinen Experimenten an Neugeborenen und einige Monate alten Kindern nicht im Stande, durch blossen Zug eine Epiphyse abzureissen. Dagegen liessen sich sämmtliche Epiphysen der langen Extremitätenknochen ohne Schwierigkeiten dadurch absprengen, dass er die Epiphyse mit der einen Hand fixirte und mit der anderen Hand, indem er die Diaphyse als langen Hebelarm benützte, letztere von der ersteren abzuknicken versuchte. Bei den Charniergelenken gelang die Abreissung am leichtesten durch Hyperextension und Lateralflexion, bei Kugelgelenken durch starke Abduktion.

Ganz ähnliche Resultate erzielte Colignon: die Hyperextension bewirkte im Kniegelenk häufig eine Absprengung der unteren Epiphyse des Femur, selten

der oberen Epiphyse der Tibia, im Ellbogengelenk constant Abtrennung der unteren Epiphyse des Humerus, dagegen im Fuss- und Handgelenke nur ausnahmsweise eine solche der unteren Epiphyse der Tibia und des Radius. Die forcirte Abduktion und Aussenrotation bewirkte leicht und sicher Absprengung der oberen Epiphyse des Humerus und Femur. Die Lateralflexion mit oder ohne Torsion liess ziemlich leicht Abknickungen der Epiphysen des Knie-, Fuss-, Hand- und Ellbogengelenkes zu Stande kommen.

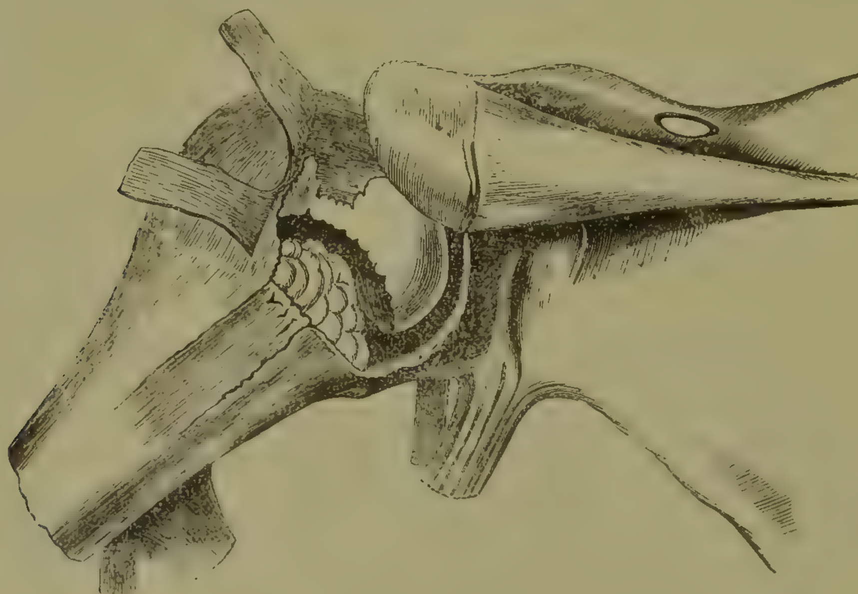
Ebenso brachte Foucher durch Hyperextension und Hyperflexion, Barbarin, Terrillon und Ménard durch Lateralflexion Ablösung der Epiphysen des Kniegelenkes zu Stande.

Versuche an lebenden Thieren sind von Michniowsky, Ollier und Vogt angestellt worden; ersterem gelang es nie, durch direkte Gewalt eine Epiphyse abzusprengen, da eher der ganze Knochen zerschmettert wurde, während sich dagegen durch Hyperextension der Gelenke die Absprengung leicht bewerkstelligen liess. Ollier fand die künstliche Epiphysenabsprengung am lebenden Thiere sehr schwierig, da sich eher Fracturen der benachbarten Knochentheile erzeugten. Das Haupthinderniss bot das Periost, welches der Epiphyse innig anhaftet; nach Incision des Periostes an der Grenze des Knorpels gelang die Absprengung leicht.

§. 94. Von besonderem Interesse ist der anatomische Befund an der Absprengungsstelle, weil er zugleich über den Modus des Trennungsvorganges Aufschluss gibt.

Die Hauptfrage ist die, an welcher Stelle findet sich die Trennungslinie, d. h. in welcher Gewebsschichte geht die Trennung vor sich? Schon eine oberflächliche Vergleichung der Casuistik lässt erkennen, dass die Trennung keineswegs immer genau der Epiphysenlinie folgt, sondern dass man zweierlei Arten von Epiphysentrennungen zu unterscheiden hat, nämlich die mit und ohne gleichzeitige Fractur des Diaphysenendes.

Fig. 56.



Traumatische Ablösung der oberen Epiphyse des Humerus.
Nach Thudichum[1]).

Die erste Gruppe umfasst die reinen Epiphysenlösungen, bei welchen eine glatte Ablösung des Epiphysenknorpels von der

[1]) Thudichum, Ueber die am oberen Ende des Humerus vorkommenden Knochenbrüche. Giessen 1851.

Knochensubstanz der Diaphyse erfolgt. Die Trennungslinie entspricht hier genau der Ossifikationsgrenze; die Knorpelschichte haftet demnach ganz an der Epiphyse, nur in einzelnen seltenen Fällen findet sich auch die Trennungsfläche des Diaphysenfragmentes mit einer dünnen Knorpelschichte bedeckt, so dass es sich um eine wirkliche Trennung in der Knorpelsubstanz selbst handelt. Bei den reinen Epiphysenlösungen sind die beiden Trennungsflächen mit warzigen, rundlichen Erhabenheiten und Vertiefungen versehen, und meist haften an dem Epiphysenknorpel noch mehr oder weniger zahlreiche Partikel verkalkten Gewebes (von der Verknöcherungszone) an. Das Diaphysenende ist meist von convexer Form, die Epiphysenfläche entsprechend conkav ausgehöhlt (s. Fig. 56).

Die reinen Epiphysenlösungen bilden die Regel für das erste Kindesalter, ohne jedoch ausschliesslich an dasselbe gebunden zu sein.

Fig. 57.



Absprengung der unteren Epiphyse der Tibia sammt einem Fragment vom äusseren Rande der Diaphyse bei einem jungen Menschen von 17 Jahren.

Fig. 58.



Unvollständige Absprengung der unteren Epiphyse des Oberschenkels bei einem 11jährigen Mädchen durch Ueberfahrenwerden.

Von 61 unter den obigen Beobachtungen, in denen über diesen Punkt genauere Angaben enthalten sind, gehören 28 zu den reinen Epiphysenlösungen ohne Knochenfractur, darunter 5 Fälle zu den Trennungen in der Knorpelsubstanz selbst.

Die zweite Gruppe bilden diejenigen Fälle, in denen die Abtrennung der Epiphysen mit einer mehr oder weniger ausgesprochenen Trennung der Knochensubstanz des Diaphysenendes verbunden ist. Dieselben werden vorzugsweise im vorgeschrittenen Kindesalter beobachtet und setzen eine heftigere Gewalteinwirkung voraus. Der Verlauf der Trennung ist hiebei ein verschiedener. Entweder geht sie vor sich in der unmittelbaren Nähe der Knorpelfuge, in der spongiösen Grenzschichte der Diaphyse, so dass am Knorpel noch eine dünne Knochenschichte haftet; dann besitzen die Trennungsflächen keinen glatten Ueberzug, sondern sind mit knöchernen Rauhigkeiten bedeckt. Oder die Trennung stellt zum Theil eine reine Epiphysenlösung, zum Theil eine reine Fractur dar, indem sie an der einen Seite in der Epiphysenlinie einsetzt, derselben eine Strecke weit folgt und dann in schräger

Richtung durch die Diaphyse ausläuft. Es bleibt dann am Rande der Epiphyse ein kleineres oder grösseres diaphysäres Fragment sitzen (vgl. Fig. 57). Diese letztere Art der Trennung ist in unseren Fällen die häufigste; einige Male ist auch eine gleichzeitige Splitterung des Diaphysenendes oder der abgesprengten Epiphyse selbst beobachtet worden. Im Ganzen finden sich in unserer Tabelle unter 61 Fällen, welche hierüber Angaben enthalten, 33 Epiphysentrennungen mit Knochenfractur, welche fast ausschliesslich dem Alter vom 10.—20. Lebensjahre angehören.

Besonders instruktiv für den letzteren Trennungsmodus ist der in Fig. 58 abgebildete Fall von partieller Ablösung der unteren Epiphyse des Femur mit partieller Fractur des Diaphysenendes, den ich in der Tübinger Klinik zu beobachten Gelegenheit hatte. Derselbe betrifft ein 11jähriges Mädchen, welches von einem mit Heu beladenen Wagen überfahren worden war. Penetrirende Quetschwunde am Condyl. ext. femoris, ausgedehnte Zerquetschung der Weichtheile bis zur Mitte des Oberschenkels, Eröffnung des Kniegelenkes. Tod nach 6 Tagen an Erschöpfung. An der unteren Epiphyse des Femur findet sich eine unvollständige Continuitätstrennung; die Trennungslinie setzt an der äusseren Seite in der Epiphysenlinie ein und folgt derselben genau an der Grenze zwischen Knorpel und Knochen bis gegen die Mitte, von hier aus läuft dieselbe schräg nach innen und oben in der spongiösen Substanz der Diaphyse aus, so dass eine 1 cm dicke Knochenpartie an der inneren Seite intakt bleibt.

Zum typischen Befunde gehört noch die charakteristische Art der Verletzung des Periostes. Da dasselbe im Bereiche der Epiphyse dicker und fester angeheftet ist als an der Diaphyse, so wird es von der ersteren niemals losgerissen, sondern zunächst auf der Seite der Epiphysenabhebelung von dem Diaphysenende abgelöst und dann eine Strecke weit entfernt von der Epiphysenlinie durchgerissen. Beides geschieht entweder ringsum in der ganzen Peripherie des Periostcylinders oder auch nur in einem Theile derselben. Man findet daher constant an der gelösten Epiphyse eine Periostmanschette haftend, welche das Diaphysenende scheidenartig umfasst. Ausserdem ist aber an der Seite, an welcher die Abhebelung der Epiphyse vor sich ging, das Periost in weiter Strecke, 5—10—15 cm weit, von der Diaphyse abgelöst. Ob jedoch auch ohne Verletzung des Periostes Epiphysenlösungen vorkommen, steht dahin, da bisher keine derartigen subperiostalen Abtrennungen constatirt worden sind; jedenfalls muss dasselbe aber wenigstens eine Strecke weit von dem Diaphysenende abgelöst sein, wenn eine auch nur partielle Dehiscenz der Epiphyse besteht.

Ueber die Mitbetheiligung der benachbarten Gelenke lässt sich keine allgemeine Regel aufstellen, da je nach dem einzelnen Gelenke und wieder an einem und demselben Gelenke in verschiedenen Lebensaltern die Ablösung bald intra- bald extra-artikulär ist[1]). Die Gelenkkapsel und der Bandapparat ist daher bald mehr oder weniger eingerissen und zerrissen, bald vollständig intakt.

Experimentelles. Mit den geschilderten Resultaten der klinischen Beobachtung stimmen die Ergebnisse der zahlreichen Experimente an Kinderleichen und lebenden Thieren gut überein.

Salmon fand bei zahlreichen Versuchen an Kinderleichen von 1—3 Jahren, dass die reinen Epiphysenlösungen seltener sind, als die mit theilweiser Zerreissung des Knochensubstanz.

Gurlt beobachtete gleichfalls bei seinen Experimenten an Leichen neu-

[1]) Vergl. v. Brunn, Das Verhältniss der Gelenkkapseln zu den Epiphysen der Extremitätenknochen. Leipzig, 1881.

geborener und einige Monate alter Kinder, dass häufig namentlich mit den Epiphysen der grösseren Knochen Stücke von der Knochensubstanz der Diaphyse gleichzeitig mit abgerissen wurden.

Ollier fand bei Leichenexperimenten häufig Trennung im Epiphysenknorpel selbst, so dass ein Theil desselben an der Diaphyse, der andere Theil an der Epiphyse haften blieb.

Neuerdings hat Barbarin 18 Versuche an Kinderleichen im Alter von 1—12 Jahren mittelst gewaltsamer Lateralflexion im Kniegelenke (wie beim forcirten Redressement des Genu valgum) angestellt und theils Zusammenquetschungen (Compressionsbrüche) des spongiösen Diaphysenendes, theils Epiphysentrennungen an Femur oder Tibia erhalten. Bei letzteren fanden sich constant kleine Knochenpartikel an der Knorpelfuge haftend, nur 1 mal war an dem Diaphysenende noch ein Stück des Intermediärknorpels sitzen geblieben.

Ebenso stellte Ménard an Kinderleichen im Alter von 2—16 Jahren 40 Versuche in der Absicht an, mittelst forcirter Lateralflexion im Kniegelenke Absprengungen der unteren Epiphyse des Femur zu erzielen. Er bewirkte 29 mal die Absprengung, darunter 10 mal als partielle Lösung, 3 mal Fractur des Femur, 2 mal Bandzerreissung, 6 mal keinerlei Verletzungen der Knochen und Gelenke trotz rechtwinkeliger Lateralflexion. Constant war das Periost an einer Seite vom Diaphysenende abgelöst; bei den vollständigen Epiphysenlösungen fand es sich 2—4 cm von der Epiphysenlinie entfernt zerrissen und ausserdem noch in weiter Strecke und etwa in der Hälfte des Umfanges von dem Diaphysenende abgelöst.

Zuverlässiger als diese Leichenexperimente, da bei der rasch eintretenden kadaverösen Erweichung der Knorpelfugen die Verhältnisse gegenüber denen am Lebenden wesentlich verändert werden, sind die Versuche an lebenden Thieren von Michniowsky, Ollier und Vogt. Ersterer fand, dass die Trennung nie im Epiphysenknorpel stattfand, sondern stets zwischen den jüngsten Knochenschichten der Diaphyse und der Verkalkungsschichte des Epiphysenknorpels. Ebenso Ollier. Neuestens hat P. Vogt durch zahlreiche Versuche constatirt, dass bei ganz jungen Individuen mit knorpliger Epiphyse vorwiegend reine Ablösungen, dagegen im vorgeschrittenen Kindesalter bei schon ossificirter Epiphyse vorwiegend Fracturen in der Grenzschichte der Diaphyse entstehen. Bei dem ersteren Trennungsmodus trat immer zuerst eine subperiostale Lockerung in der Epiphysenlinie ein, während das Periost noch intakt blieb; erst wenn die Gewalt forcirt wurde, gab das Periost der entgegendrängenden Diaphysenkuppe nach.

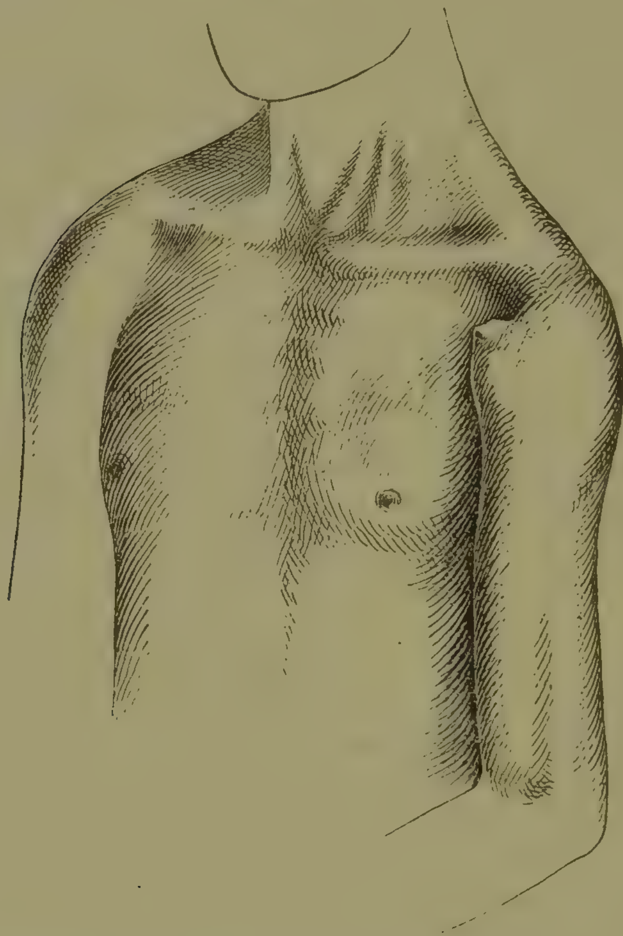
§. 95. Die Diagnose der gewaltsamen Epiphysenlösung am Lebenden ist stets mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft und sehr häufig nicht mit voller Sicherheit zu stellen. Die Hauptschwierigkeit beruht darin, dass die Erscheinungen sich von denen der Fractur der Gelenkenden wenig oder zuweilen gar nicht unterscheiden und dass unter allen Umständen eine genaue Kenntniss des anatomischen Verhaltens der Epiphysen an den einzelnen Gelenken und in den verschiedenen Entwicklungsstadien erforderlich ist.

Mit voller Bestimmtheit lässt sich die Verletzung dann erkennen, wenn eine gleichzeitig vorhandene penetrirende Weichtheilwunde die Besichtigung und Untersuchung der Fragmentenden gestattet, ferner dann, wenn es sich um reine Ablösungen gewisser nicht zu tief gelegener Epiphysen handelt. Man constatirt die vorhandene Continuitätstrennung aus der abnormen Beweglichkeit, vergleicht den Verlauf der Trennungslinie mit dem der Epiphysenlinie in dem betreffendem Lebensalter und sucht endlich das charakteristische Crepitationsgeräusch zu erzeugen. Letzeres ist der Knorpel-Crepitation mehr oder weniger ähnlich, also gegenüber der Fractur-Crepitation stets weniger deutlich, weicher, dumpf und nur bei ausgedehnter Verschiebung der beiden Fragmente an einander wahrnehmbar. Im Einzelfalle hängt übrigens der Timbre des Crepitationsgeräusches noch von dem Stadium der Verknöcherung der

Epiphysen ab. Sind letztere noch rein knorplig oder enthalten sie wenigstens erst kleine Knochenkerne, so kann nur Knorpel mit Knorpel oder letzterer mit Knochen in Berührung kommen: die Crepitation ist dann weich, dumpf. Sind dagegen die Epiphysen schon ganz verknöchert und nur noch durch eine ganz dünne Knorpelfuge getrennt, so kann sehr leicht durch theilweise Läsion des Knorpels eine direkte Berührung der beiden Knochenfragmente stattfinden, so dass sich die Crepitation von der Fractur-Crepitation wenig unterscheidet.

Ist Dislokation der abgesprengten Epiphyse vorhanden, so nimmt man eine genaue Untersuchung der Form des dislocirten Gelenkendes vor, welche natürlich mit der der Epiphyse in demselben Lebensalter

Fig. 59.



Absprengung der oberen Epiphyse des Humerus bei einem 15jährigen Mädchen mit Dislokation der Diaphyse nach einwärts.

genau übereinstimmen muss. Dasselbe gilt für die Fälle, in denen das Diaphysenende dislocirt ist und zuweilen an der charakteristischen Form seiner Kuppe erkannt werden kann. Besonders deutlich war das in einem Falle der Tübinger Klinik, der in der beistehenden Abbildung (Fig. 59) wiedergegeben ist.

Dagegen lässt sich die Diagnose überhaupt nicht mit Bestimmtheit stellen, wenn die Absprengung in erheblichem Grade mit Fractur verbunden ist. Dann fehlt die charakteristische Crepitation und ist an ihrer Stelle die rauhere, härtere und deutlichere Knochen-Crepitation wahrzunehmen; dann besitzt auch die Epiphyse, sobald an ihr ein Diaphysenfragment haftet, eine unregelmässige Form, wie bei der

Fractur des Gelenkendes, so dass die Differentialdiagnose dieser beiden Arten von Verletzungen ganz unmöglich ist.

Ausserdem kommen Verwechslungen mit Luxationen der betreffenden Gelenke vor. Der Irrthum ist natürlich blos möglich, wenn die abgesprengte Epiphyse vollständig dislocirt ist, lässt sich jedoch durch genaue Untersuchung und namentlich Messung leicht vermeiden; vergleicht man hiebei die Form der vorspringenden Theile mit der der normalen Gelenkenden, so überzeugt man sich, dass die Epiphyse mit ihrem Gelenke in Verbindung geblieben ist und die Trennung jenseits derselben stattgefunden hat. Ueberdiess ist zu bedenken, dass überhaupt traumatische Luxationen im frühesten Kindesalter fast gar nicht, im vorgeschrittenen ausserordentlich selten vorkommen.

Endlich kann unter gewissen Umständen die Unterscheidung der gewaltsamen und der spontanen oder pathologischen Epiphysenlösung Schwierigkeiten bereiten. Diess ist der Fall, wenn die Epiphysenlösung durch eine Gewalt von geringer Intensität bewirkt worden ist, ohne dass Erscheinungen einer Erkrankung in der Gegend der Knorpelfuge vorausgegangen sind. Doch ist man unter diesen Umständen gewiss berechtigt, eine vorgängige Erkrankung des Epiphysenknorpels oder des Knochens in der Nähe desselben als prädisponirende Ursache vorauszusetzen. Denn wenn es beispielsweise hie und da vorkommt — ich habe selbst einen derartigen Fall bei einem 16jährigen Mädchen beobachtet — dass bei chronischer Hüftgelenksentzündung der Kinder durch ganz leichte passive Bewegungen (um entweder auf Crepitation zu untersuchen oder die Stellung des Gliedes zu corrigiren) die untere Epiphyse des Femur abgelöst wird, so muss doch nothwendig eine pathologische Veränderung der Knorpelfuge angenommen werden.

§. 96. Der Verlauf lässt sich aus unserem Beobachtungsmateriale nicht richtig beurtheilen. Namentlich in Bezug auf die Gefährlichkeit der Verletzung an und für sich, welche a priori offenbar der Gefährlichkeit eines Knochenbruches gleich zu stellen ist, lässt sich das Material statistisch nicht verwerthen, da es eben nur ausgewählte, durch die anatomische Untersuchung beglaubigte Fälle enthält. Denn da eine solche Untersuchung nur vorgenommen werden kann, entweder bei Complikation mit einer bis zur Trennungsstelle penetrirenden Weichtheilwunde oder nach der Amputation oder Resektion des Gliedes oder nach dem Tode des Verletzten, mag derselbe im Zusammenhange stehen mit der Verletzung oder nicht, so versteht es sich von selbst, dass jene Fälle zum grössten Theile zu den allerschwersten gehören und nur durch die heftigsten Gewalten bewirkt worden sind. Es geht diess noch weiter daraus hervor, dass von den genauer beschriebenen Beobachtungen 24 Fälle mit einer penetrirenden Weichtheilwunde und 25 mit Fracturen und Luxationen complicirt sind, sowie dass in 11 Fällen gleichzeitig mehrfache Epiphysenlösungen vorlagen, nämlich in 2 Fällen 4fache, in 4 Fällen 3fache, in 5 Fällen 2fache. Erklärt es sich hieraus zur Genüge, dass sich der Verlauf in den meisten Fällen sehr ungünstig gestaltete — unter 67 Fällen, in denen der Ausgang bekannt ist, wurden nur 11 mit Erhaltung des Gliedes geheilt —, so bot er doch keinerlei Besonderheiten gegenüber von Fracturen an den-

selben Knochentheilen und unter denselben Umständen dar. Beispielsweise erfolgte der tödtliche Ausgang in 19 Fällen im Gefolge von Complikationen, namentlich Weichtheilwunden, Schädelverletzungen u. s. w., 4mal aus unbekannten, 5mal aus accessorischen Ursachen; 2mal wurde zur Erhaltung des Gliedes die totale Resektion des Gelenkes und 22mal zum Zwecke der Lebenserhaltung die Amputation des Gliedes ausgeführt. Auch die üblen Zufälle während des Verlaufes, wie sie namentlich bei den Absprengungen der unteren Epiphyse des Femur beobachtet wurden, sind dieselben wie bei analogen, also meist complicirten Fracturen der Gelenkenden, z. B. Gangrän des Gliedes in Folge von Compression der Gefässe durch ein dislocirtes Fragment, ferner Gelenkeiterung, ulceröse Perforation der Weichtheile von innen her durch ein irreponibles Fragment, endlich Necrose der Fragmente, wie sie in einem Falle am Diaphysenende des Humerus, in einem anderen Falle an den beiden abgesprengten Epiphysen der Fibula beobachtet worden ist.

Was den Ausgang in Heilung betrifft, so ist in 5 Fällen einfache Wiederanheilung constatirt, in 6 weiteren Fällen Consolidation nach Resection des dislocirten und irreponiblen Endes der Diaphyse beobachtet worden. Von jenen 5 Fällen betreffen 2 die untere Epiphyse des Femur, je einer die obere der Tibia und des Humerus, sowie die untere des Radius; mit Ausnahme zweier Fälle erfolgte die Wiederanheilung stets mit Dislokation. Endlich ist in einem Falle von Absprengung der oberen Epiphyse des Humerus Heilung mit Pseudarthrose eingetreten.

Der Heilungsvorgang ist wahrscheinlich ganz ähnlich dem bei gewöhnlichen Knochenbrüchen, ja sogar vollkommen identisch in denjenigen Fällen, in denen es sich im strengen Sinne um eine Fractur des Diaphysenendes handelt. Leider fehlt es jedoch bisher noch ganz an positiven Beobachtungen über den Heilungsprocess, so dass vorläufig eine Beschreibung desselben noch nicht zu geben ist. Nur über das erste Stadium der Wiederanheilung bei einem Neugeborenen liegt ein von Bitot aufgenommener Befund vor, in welchem die beginnende Verschmelzung der Fragmente durch einen scheidenförmigen Periostcallus in den Vordergrund tritt.

Der Fall betrifft ein neugeborenes, nach 12 Tagen gestorbenes Kind, bei welchem bei der Geburt durch heftige Traktionen und Hebelbewegungen am Arme die obere Epiphyse des Humerus abgesprengt worden war. Bei der Sektion fand sich der Kopf und die beiden Tuberkeln an ihrer Basis von einem soliden, innig mit der Diaphyse zusammenhängenden und beim Einstechen mit dem Messer die Consistenz spongiösen Knochens darbietenden Wulst umfasst; die Epiphyse war deutlich beweglich und mit dem Wulste durch fibröses, eine Art von Ringband bildendes Gewebe vereinigt. Nach Trennung derselben fand sich in der Epiphyse eine Höhlung mit ziemlich glatter Oberfläche und einer entsprechenden Erhabenheit an der Diaphyse, von welcher letzteren sich membranöse Partikel mit dem Messer abschaben liessen.

Experimentelles. Die oben betonte Lücke in unserer Kenntniss des Heilungsvorganges hat Michniowsky durch Versuche an lebenden Thieren auszufüllen gesucht, welche beweisen, dass derselbe sich in keinem wesentlichen Punkte von dem gewöhnlichen Heilungsprocess einfacher Knochenbrüche unterscheidet. Michniowsky unterscheidet zuerst das Stadium der Entzündung des Periostes und Knochenmarkes mit reichlicher Wucherung ihrer Elemente, und dann das Stadium der Bildung des knöchernen Callus oder des falschen Gelenkes. Der äussere periostale Callus spielt die geringere Rolle, er bildet

sich wie beim einfachen Knochenbruche. Der innere Callus dagegen entwickelt sich hier einseitig von dem jungen Knochengewebe des Diaphysenfragmentes aus und verschmilzt mit der Verkalkungsschichte des Epiphysenknorpels. Die Entwicklung eines falschen Gelenkes, welche besonders leicht bei intrakapsulären Absprengungen vorkommt, weicht ebenfalls nicht von den Verhältnissen beim einfachen Knochenbruche ab.

§. 97. Endlich ist für die Prognose noch ein weiterer Punkt von Interesse, nämlich die Möglichkeit einer consekutiven Wachsthumsstörung des betreffenden Knochens. Dieselbe ist ja dadurch sehr nahe gelegt, dass die Verletzung gerade in demjenigen Gebiete des Knochens ihren Sitz hat, in welchem der Process des Längenwachsthums vor sich geht. Leider liegen auch hierüber nur sehr wenige Beobachtungen vor.

Bouchut[1]) sah in einem Falle nach Absprengung der unteren Epiphyse der Tibia ein Zurückbleiben im Wachsthum derselben, während die Fibula, welche unverletzt geblieben war, durch ihr fortschreitendes Wachsthum den Fuss in eine Varusstellung überführte.

Hutchinson[2]) beobachtete in 4 Fällen Wachsthumsstörung an den Vorderarmknochen (theils an Radius oder Ulna allein, theils an beiden zugleich) bei Erwachsenen, welche in der Kindheit eine Verletzung derselben erlitten hatten, die nachträglich von Hutchinson als Epiphysentrennung gedeutet wurde. In einem Falle betrug die Verkürzung des Radius 2¼ Zoll.

Auch Holmes[3]) gibt an, mehrere solche Fälle nach Brüchen in der Nähe des Handgelenkes beobachtet zu haben. Desgleichen beschreiben Goyrand[4]) und Poncet[5]) je zwei Fälle, in denen die Verkürzung des Radius nach einer in der Kindheit erlittenen Absprengung seiner unteren Epiphyse 2—5 cm betrug und zum Theil durch die anatomische Untersuchung constatirt wurde.

Turgis[6]) beobachtete bei einem 10jährigen Knaben, der in einer Mühle verunglückt war, neben anderen Verletzungen eine Ablösung der unteren Epiphyse des Femur. Als er nach 12 Jahren den Kranken wiedersah, war der Oberschenkel um 3 cm verkürzt.

Vogt[7]) untersuchte einen 20jährigen jungen Mann, bei welchem nach einer im 10. Lebensjahre erlittenen Verletzung, welche nachträglich mit Sicherheit als Absprengung der oberen Epiphyse des Humerus erkannt werden konnte, das Längenwachsthum des Oberarmes vollständig aufgehört hatte, so dass die Verkürzung desselben 13 cm betrug, während das Dickenwachsthum wie auf der gesunden Seite fortgeschritten war.

Endlich habe ich zwei weitere Fälle selbst beobachtet und kürzlich mitgetheilt[8]), welche beide die obere Epiphyse des Humerus betreffen. Der eine Fall stimmt mit der zuletzt angeführten Vogt'schen Beobachtung vollkommen überein. Bei einem Manne von 49 Jahren, der als Kind im 2. Lebensjahre durch Fall eine Trennung der oberen Epiphyse des Humerus erlitten hatte, war der Oberarm ausserordentlich im Wachsthum zurückgeblieben, so dass die Verkürzung desselben 14 cm betrug. Dagegen zeigte sich das Dickenwachsthum des Knochens sowie die Entwicklung der benachbarten Skelettheile, nämlich der Vorderarmknochen, des Schulterblattes und Schlüsselbeines durchaus normal, und auch die Muskulatur der ganzen oberen Extremität ausserordentlich kräftig ausgebildet. Bei der Palpation konnte ich mit grösster Wahrscheinlichkeit eine Wiedervereinigung mit seitlicher Dislokation der Diaphyse nach einwärts erkennen.

---

1) Bouchut, Traité pratique des malad. des nouveau-nés. 5. Edit. Paris 1867, p. 898.

2) Pathol. soc. Transact. Vol. XIII. 264, 265. Vol. XVII. 223, 251.

3) Holmes, Surg. treatment of children diseases. London 1868, p. 240.

4) Revue méd.-chir. de Paris 1848, p. 25.

5) Barbarin, Des fract. chez les enfants. Thèse. Paris 1873, Nr. 206, p. 57—58.

6) Bull. de la soc. de chir. de Paris. 1878. T. IV. Nr. 10.

7) Archiv für klinische Chirurgie 1878, Bd. 22, S. 343.

8) Archiv für klinische Chirurgie 1881, Bd. 27, S. 240.

Der andere Fall betrifft einen 12jährigen Knaben, welcher vor 4 Jahren eine Absprengung der oberen Epiphyse des linken Humerus dadurch erlitten hatte, dass er an den gewaltsam auf dem Rücken verschränkten Armen emporgehoben wurde. Er vernahm hiebei ein plötzliches Krachen und war sofort unfähig, den Arm zu erheben. Der Arzt constatirte eine Continuitätstrennung am oberen Ende des Oberarmes und applicirte einen Gypsverband. Bei der Untersuchung fand ich den linken Humerus um 4 cm verkürzt, während der Dickendurchmesser sich wie auf der gesunden Seite verhielt. Beide Vorderarme gleich lang, linkes Schultergelenk ankylotisch.

Wir verfügen also im Ganzen über 13 Beobachtungen, von denen 8 die untere Epiphyse des Radius, 3 die obere des Humerus und je 1 die untere Epiphyse des Femur und der Tibia betreffen. Ihre geringe Zahl beweist jedenfalls, dass im Verhältniss zu der Frequenz der Epiphysenabsprengungen eine consekutive Wachsthumshemmung höheren Grades nur selten und ausnahmsweise eintritt. Die Gründe hiefür sind in folgenden Verhältnissen zu suchen.

Zunächst sind die Epiphysentrennungen sehr selten während des ersten Jahrzehnts, viel häufiger während des zweiten Decenniums (namentlich im 16.—17. Lebensjahre), in welchem das Knochenwachsthum bereits so weit vorgeschritten ist, dass dann eine Hemmung desselben von Seiten einer Epiphyse nur mehr einen weniger auffälligen Einfluss auszuüben vermag. Hiezu kommt, dass überhaupt nur dann eine bedeutende Verkürzung entstehen kann, wenn die Absprengung solche Epiphysen betrifft, an denen sich das Längenwachsthum vorwiegend vollzieht, wie beim Humerus an der oberen, beim Femur und Radius an der unteren Epiphyse. Nur fällt allerdings dieser Punkt thatsächlich weniger in's Gewicht, weil diejenigen Epiphysen, denen die grössere Leistung zufällt, auch den grössten Umfang besitzen und ihre Knorpelfuge am längsten erhalten, also auch am häufigsten Absprengungen erleiden.

Ferner ist das Zurückbleiben einer Wachsthumsstörung wesentlich davon abhängig, durch welche Schichte die Trennungslinie verläuft. Am nächsten liegt die Gefahr offenbar bei einer Trennung durch die Substanz des Intermediärknorpels selbst, da diese nur durch eine bindegewebige Narbe mit Verkalkung und Verknöcherung heilt und hiedurch die Proliferation des Knorpels stört. Allein diese Trennungen kommen äusserst selten vor, indem sie nach unserer obigen Berechnung kaum einige Procent betragen und übrigens ausschliesslich dem vorgerückteren Kindes- und Jünglingsalter angehören. Geht jedoch die Trennung, wie es gewöhnlich der Fall ist, an der Ossifikationsgrenze oder auch theilweise in der Knochensubstanz der Diaphyse vor sich, so wird die Proliferationsfähigkeit des Intermediärknorpels allenfalls vorübergehend aber nicht dauernd beeinträchtigt, falls die Wiedervereinigung in normaler Weise durch knöchernen Callus erfolgt. Dagegen kann allerdings durch gewisse Complikationen die Wachsthumshemmung dauernd bleiben, wie namentlich bei starker irreponibler Dislokation, bei Ausbleiben einer knöchernen Wiedervereinigung sowie in Folge entzündlicher und degenerativer Processe im Intermediärknorpel, welche eine Verödung desselben und vorzeitige Synostose herbeiführen.

Endlich ist daran zu erinnern, dass der Nahtknorpel eine ausnehmend grosse Resistenz besitzt, da ja anderweitige Erfahrungen lehren, dass selbst nach eitriger Ablösung der Epiphyse, nach Total-

necrose der Diaphyse, nach theilweiser Zerstörung der Knorpelscheibe durch centrale Caries in der Mehrzahl der Fälle doch das Knochenwachsthum nicht gestört zu werden pflegt.

Leider sind Thierexperimente in dieser Frage noch nicht zahlreich genug angestellt und hinreichend variirt worden. Michniowsky beobachtete bei seinen Versuchen stets ein bedeutendes Zurückbleiben im Wachsthum des verletzten Beines, welches sich später wieder grösstentheils ausglich. Ollier fand bei seinen Experimenten, dass fast gar keine Verkürzung entstand, wenn sofort nach der Absprengung die Reposition der Epiphyse vorgenommen wurde und keine stärkere Entzündung hinzutrat. Dagegen war in mehreren Versuchen, bei denen entweder die Dislokation nicht beseitigt wurde oder Eiterung auftrat, nach Ablauf von 3 Monaten eine Verkürzung des Gliedes um 3 cm eingetreten.

§. 98. Die Behandlung der Epiphysentrennungen hat im Allgemeinen dieselben Aufgaben zu erfüllen, wie bei den Knochenbrüchen der Gelenkenden. Mit Rücksicht auf die besprocheneu Complikationen, welche eine Wachsthumsstörung im Gefolge haben können, müssen dieselben mit besonderer Sorgfalt überwacht und beseitigt werden; namentlich ist bei vorhandener Dislokation eine genaue Reposition erforderlich. Erweist sich die Dislokation als irreponibel, so ist die Resection des Diaphysenendes angezeigt, welche mehrfach (in sechs Fällen) mit günstigem Erfolge ausgeführt worden ist.

B. Das Verhalten der Weichtheile in der Umgebung der Bruchstelle.

Fast jeder Knochenbruch ist mit einer Verletzung der Weichtheile in der Umgebung der Bruchstelle verbunden, welche nach Intensität und Extensität alle denkbaren Grade aufweisen kann. In der Mehrzahl der Fälle betrifft die Verletzung nur das Periost, das umgebende Zellgewebe und die benachbarten Muskeln, nicht selten auch die bedeckende Haut, hie und da das benachbarte Gelenk. Dagegen gehört die gleichzeitige Verletzung eines in der Nähe gelegenen grösseren Gefäss- oder Nervenstammes oder wichtigen Eingeweides, sowie die gleichzeitige Luxation eines benachbarten Gelenkes zu den seltenen Vorkommnissen, die wir in einem späteren Abschnitte unter den „üblen Zufällen“ der Knochenbrüche näher besprechen werden.

Die in praktischer Beziehung wichtigste Mitverletzung der Weichtheile ist jedenfalls eine gleichzeitige Wunde der Haut, welche bis auf die Bruchstelle eindringt und letztere bloslegt. Dieser letztere Umstand, die Bloslegung der Bruchstelle, ist für den Verlauf und die Prognose von so entscheidender Bedeutung, dass man mit Rücksicht hierauf die Knochenbrüche in zwei Kategorieen unterscheidet, nämlich die **einfachen, subkutanen** Fracturen, bei denen die Hautdecke über der Bruchstelle nicht durchtrennt ist und die **offenen, complicirten** Fracturen, bei denen die Bruchstelle durch eine penetrirende Hautwunde blosgelegt ist.

Diese Unterscheidung und Begriffsbestimmung ist nach dem Vorgange der englischen Chirurgen heutzutage allgemein acceptirt, während man früher vielfach als complicirte Fracturen alle diejenigen bezeichnete, welche überhaupt von einer bedeutenden Nebenverletzung begleitet sind. Nach unserer Definition werden dagegen selbst Fracturen mit

ausgedehnter Wunde der Haut und der unterliegenden Weichtheile, wenn dieselbe nicht bis zur Bruchstelle dringt, zu den einfachen Fracturen gezählt.

Wir gehen im Folgenden etwas näher auf das Verhalten der Weichtheile in der Umgebung der Bruchstelle ein, wie es sich im frischen Zustande der Fractur zu erkennen gibt, und besprechen zuerst den einfachen und dann den complicirten Knochenbruch.

Cap. XII.

Der einfache, subkutane Knochenbruch.

Fractura simplex, non complicata.

§. 99. Die grosse Mehrzahl aller Fracturen gehört zu den einfachen, bei denen die Verletzung des Knochens eine subkutane ist. Da sie zum grösseren Theile auf indirektem Wege entstehen, so sind auch die Brüche mancher Knochen, welche gewöhnlich auf diesem Wege zu Stande kommen, fast ausschliesslich einfache, wie namentlich die der Rumpfknochen (Wirbelsäule, Rippen) und von den Extremitätenknochen besonders die Brüche des Schlüsselbeines, des unteren Endes des Radius, des oberen Endes des Femur.

Der gewöhnliche Befund in der Umgebung eines ganz frischen Knochenbruches ist kurz folgender.

Das Periost ist an der Bruchstelle in unregelmässiger Weise zerrissen und sein Zusammenhang ringsum getrennt. Hie und da ist auch das Periost nur über der Spitze des Winkels, den die beiden Bruchenden mit einander bilden, zerrissen, und während daselbst die Bruchenden eine Strecke weit aus der Periosthülse heraustreten, bleibt in der Oeffnung des Winkels eine Periostbrücke erhalten, welche die beiden Fragmente verbindet. Zugleich ist in der Regel die Beinhaut von der Oberfläche der Bruchenden in verschiedener Ausdehnung abgelöst, und zwar an einem oder beiden Fragmenten, an einer einzelnen Seite oder ringsum im ganzen Umfange, so dass dann die Bruchenden eine Strecke weit aus der Periosthülse nackt hervortreten. Die umliegenden Weichtheile, wie Zellgewebe, Muskeln, Sehnen, Fascien sind in verschiedenem Grade gequetscht, eingerissen, verschoben, zerrissen. Bei indirekten Brüchen rühren diese Verletzungen lediglich von den scharfen, spitzen, zackigen Bruchenden her, welche sich verschoben haben und dabei in die umgebenden Weichtheile eingedrungen sind. Bei direkten Brüchen sind sämmtliche die Bruchstelle bedeckenden Weichtheile einschliesslich der Haut gequetscht oder eingerissen und zerrissen; auch die äussere Haut kann eine mehr oder weniger ausgedehnte Wunde aufweisen, die jedoch niemals bis zur Bruchspalte in die Tiefe dringt.

Besondere Beachtung verdient noch die Anspiessung und Interposition von Weichtheilen zwischen die Bruchenden, auf welche namentlich Roser [1]) wiederholt aufmerksam gemacht hat. Denn ihre

---

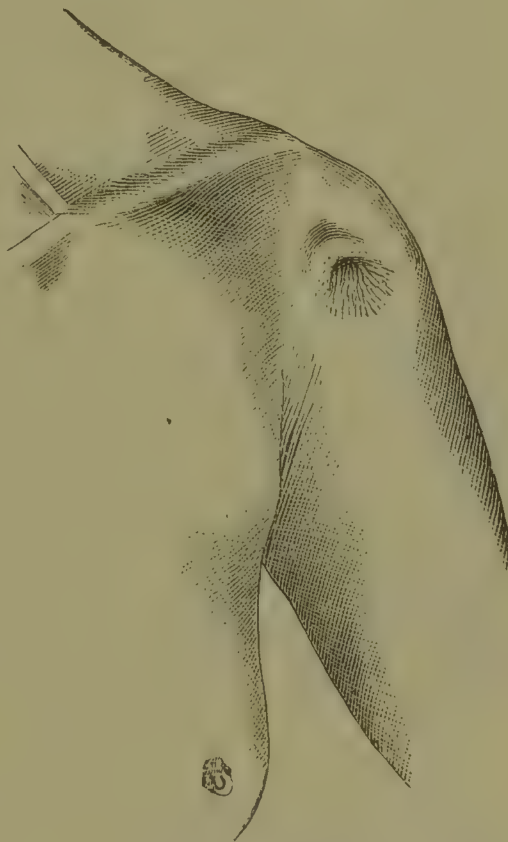
[1]) Bericht der Naturforscherversammlung in Kassel 1878. — Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. IX. Congress S. 69.

praktische Bedeutung beruht darin, dass sie, wie wir später näher zu erörtern haben, ein nicht gar seltenes Hinderniss nicht nur für die Reposition, sondern auch für die knöcherne Heilung bilden.

Das Anspiessen der Haut durch ein spitzes Bruchende beobachtet man bei indirekten Fracturen und zwar am häufigsten bei solchen der Tibia und des oberen Endes des Humerus. Die Haut sitzt von innen her dem Bruchende fest auf, ohne durchbohrt zu sein, und wird bei Bewegungen des letzteren trichterförmig eingezogen (s. Fig. 60).

Die Interposition von Weichtheilen zwischen die Bruchflächen ereignet sich ohne Zweifel häufiger, als man wegen der Schwierigkeit ihrer Erkenntniss gewöhnlich annimmt. Nach den bisherigen Erfahrungen kommt die Einklemmung am häufigsten bei den Brüchen am oberen Ende des Humerus und am unteren Ende des Femur vor, seltener bei Brüchen der Tibia, der Ulna und des unteren Endes des Radius. Meist handelt es sich um Schrägbrüche, selten reine Querbrüche, jedoch sind auch bei einfachen Fissuren sowohl der Röhrenknochen als des Schädels Einklemmungen (von Periost- und Muskelfetzen und Haaren) beobachtet worden. Die eingeklemmten Weichtheile sind gewöhnlich Muskeln und zwar einzelne eingerissene und zerrissene Muskelbündel, manchmal Sehnen (lange Sehne des Biceps), Fascien oder ein Nervenstamm (Nerv. radialis). Die Muskelinterpositionen entstehen dadurch, dass entweder einzelne Muskelportionen, welche gleichzeitig mit verletzt und aus ihrer Continuität theilweise gerissen sind, zwischen die stark dislocirten Fragmente gerathen, oder dass ein spitzes Bruchende in einen Muskel hineingetrieben und hineingespiesst wird und einen Theil desselben perforirt. Die Einklemmung von Weichtheilen in Fissuren entsteht wohl ausschliesslich durch direkte Gewalt: im Moment der Einwirkung der letzteren klaffen die Fissuren und schliessen sich dann sofort wieder zusammen, indem sie die hineingetriebenen Theile einklemmen.

Fig. 60.



Bruch des chirurgischen Halses des Humerus mit Anspiessung der Haut. Nach einer Beobachtung aus der Tübinger Klinik.

Die Literatur weist nur eine ziemlich beschränkte Zahl von Beobachtungen solcher Interpositionen auf, welche sicherlich nicht der wirklichen Frequenz entspricht. Denn die Mehrzahl derselben betrifft solche Fälle, welche zur Pseudarthrosenbildung führten, während gewöhnlich die eingeklemmten Theile durch den Druck der Fragmente atrophiren und höchstens eine Verzögerung der knöchernen Heilung bedingen.

Gurlt hat 9 Fälle aus der Literatur gesammelt, welche ausschliesslich den Humerus und Femur betreffen. Roser machte neuerdings auf die Inter-

position der langen Sehne des Biceps bei Fractur des chirurgischen Halses des Humerus aufmerksam, die er mehrmals mit Wahrscheinlichkeit diagnosticirte und die bei Versuchen an der Leiche von Sommerlat[1]) künstlich erzeugt werden konnte. Desgleichen beobachtete Roser bei dislocirtem Bruche des unteren Endes des Radius eine Interposition des Pronator quadratus und konnte bei Leichenexperimenten dieselbe dadurch entstehen sehen, dass das obere Fragment des Radius bei starker Dislokation sich in den Pronator quadratus hineinspiesst und denselben zum Theil durchbohrt. Endlich hat Schlötel[2]) aus der Roser'schen Klinik 3 Fälle von frischen Oberschenkelbrüchen mit Muskelinterposition, sowie 4 Fälle von Pseudarthrose der Ulna, des Humerus, des Ober- und Unterschenkels mitgetheilt, in denen die Ursache in einer Muskelinterposition gefunden wurde.

Constant findet sich an der Bruchstelle ein Bluterguss von verschiedener Mächtigkeit. Seine Menge ist bald nur unbedeutend, wenn die Bruchenden nicht verschoben und die umgebenden Weichtheile wenig oder gar nicht verletzt sind, bald sehr erheblich, wenn ausgedehnte Gefässzerreissungen stattgefunden haben. Das Extravasat befindet sich, grösstentheils in geronnenem Zustande, sowohl in der Bruchspalte als an der Aussenfläche der Bruchenden zwischen Knochen und Periost, sowie in der geöffneten Markhöhle, indem aus letzterer ein Pfropf aus Blutgerinnsel hervorragt und auch das Mark noch eine Strecke weit in den Markkanal hinein blutig infiltrirt ist. Hie und da finden sich sogar noch in entfernteren Theilen des Markes Blutungen vor. Ist der Bruch durch direkte Gewalt entstanden oder sind die Bruchenden verschoben, so besitzt der Bluterguss eine weit grössere Ausdehnung: er findet sich dann nicht blos an der Aussenseite des Periostes, sondern auch in der ganzen weiteren Umgebung, namentlich in dem Zellgewebe zwischen den Muskeln, in den letzteren selbst, desgleichen unter und in der bedeckenden Haut; letztere ist zuweilen durch ausgedehnte Extravasate in weiter Strecke von der Unterlage abgehoben. Die Quelle der Blutung sind sämmtliche bei der Verletzung zerrissenen Gefässe, nämlich die des Knochens und Knochenmarkes, des Periostes und eventuell auch der umgebenden Theile.

§. 100. Gegenüber den gewöhnlichen Brüchen mit Zerreissung des Periostes an der Bruchstelle bilden die subperiostalen Fracturen, bei denen der Periostcylinder ungetrennt bleibt, eine sehr seltene Ausnahme. Das Zustandekommen derselben setzt natürlich eine erhebliche Resistenz und Elasticität des Periostes voraus, um der brechenden Gewalt gegenüber Stand zu halten. Daher sind denn auch subperiostale Fracturen bisher nur bei Kindern beobachtet worden, bei denen das Periost dicker und saftreicher ist und dem brechenden Knochen lockerer aufliegt als bei Erwachsenen. Auch experimentell gelang es Cornil und Ranvier[3]), solche Fracturen am Schlüsselbeine, Maas an den Vorderarmknochen junger Thiere hervorzubringen. Besonders begünstigt wird aber das Intaktbleiben des Periostes durch die rachitische Verdickung desselben, so dass ohne Zweifel bei rachitischen Kindern am häufigsten subperiostale Brüche vorkommen.

---

[1]) L. Sommerlat, Die Interposition der Bicepssehne bei den Brüchen des Oberarmhalses. Inaug.-Diss. Marburg 1876.

[2]) G. Schlötel, Ueber Muskelinterposition bei Fracturen. Inaug.-Diss. Marburg 1868.

[3]) Saint-Lo, Sur les fract. sous-periostées. Thèse. Paris 1878. Nr. 339. p. 27.

Die subperiostalen Fracturen bieten die einfachsten Verhältnisse dar. Die Bruchlinie verläuft quer, ziemlich lineär, die Bruchflächen finden sich ohne jede Verschiebung in unmittelbarer Berührung, das Periost ist in kurzer Strecke von der Oberfläche der Bruchenden abgelöst und bildet eine geschlossene Scheide um dieselben. Der Bluterguss in der Bruchspalte und unter dem Perioste ist sehr spärlich.

Beschreibungen solcher Fälle, in denen die anatomische Untersuchung vorgenommen wurde, liegen nur äusserst wenige vor. Beispielsweise konnte Coulon[1]) bei der Autopsie eines $3^1/_2$jährigen, nur in ganz geringem Grade rachitischen Kindes, welches einen Bruch beider Vorderarmknochen erlitten hatte und nach 10 Tagen an Pneumonie gestorben war,. constatiren, dass beide Knochen vollständig gebrochen, dagegen das Periost, das normale Dicke hatte, nirgends zerrissen war.

Cap. XIII.

Der offene, complicirte Knochenbruch.

Fractura complicata.

§. 101. Die complicirten Fracturen kommen ungleich seltener vor als die einfachen. Das numerische Verhältniss beider Arten von Fracturen lässt sich statistisch nur aus solchen Hospitalberichten ermitteln, welche die ambulatorisch und stationär behandelten Kranken gleichmässig umfassen, da in die Hospitäler überhaupt mehr schwere und namentlich auch verhältnissmässig mehr complicirte Fracturen aufgenommen werden. Nach einer derartigen Statistik von Gurlt (Gesammtzahl der Fälle 1251) betragen die complicirten Fracturen der Extremitäten 15,9, nach der Weber'schen Statistik (Gesammtzahl 677 Fälle) 12 % aller Fälle. Dagegen betragen dieselben nach den Statistiken von Moritz (1830 Fälle) und Billroth (1015 Fälle), welche nur die Hospitalkranken in Rechnung ziehen, 20 und 27 % aller Fracturen.

Ihre Vertheilung auf die Fracturen der einzelnen Knochen ist eine sehr ungleiche und steht in Zusammenhang mit der Entstehungsweise derselben auf direktem oder indirektem Wege. Da die direkten Fracturen häufiger complicirte sind, so stellen die Brüche der Zehen- und Fingerphalangen, die fast ausschliesslich durch direkte Gewalten entstehen, das grösste Contingent: von den ersteren sind nach der Gurlt'schen Statistik 88, von den letzteren 73 % mit Wunden complicirt. Dann folgen die Fracturen des Metatarsus und Metacarpus, von denen 52 und 44 % complicirte sind. Von den Brüchen der langen Röhrenknochen, welche zumeist auf indirektem Wege entstehen, gehört nur ein kleiner Theil zu den complicirten, nämlich von den Brüchen des Unterschenkels 17,9, des Vorderarmes 11,6, des Oberschenkels 7, des Oberarmes 6,6 % u. s. f. Am seltensten sind endlich die Brüche der Rumpfknochen mit Wunden complicirt.

---

[1]) Coulon, Handb. der Knochenbrüche bei Kindern. Aus dem Französichen übersetzt. Leipzig 1863, S. 9.

§. 102. Die Entstehungsweise der in die Bruchspalte penetrirenden Wunde ist eine sehr verschiedene und dementsprechend auch die Beschaffenheit der letzteren. Am häufigsten entsteht die Wunde gleichzeitig mit der Continuitätstrennung des Knochens. Hiebei geht die Trennung der Weichtheile entweder in der Richtung von aussen nach innen oder umgekehrt vor sich. Von aussen nach innen entsteht die Wunde bei direkten Fracturen, indem die frakturirende Gewalt bei ihrem Andringen zuerst die Haut und die übrigen Weichtheile trennt und erst zuletzt den Knochen bricht; die Wunde ist daher eine gequetschte oder gerissene. Von innen nach aussen entsteht die Weichtheilwunde bei indirekten Fracturen, indem das eine oder die beiden spitzen und unregelmässigen Bruchenden von der Tiefe her die Weichtheile und Haut durchbohren (Durchstechungsfracturen). Auch in diesem Falle liegt die Ursache in der frakturirenden Gewalt, welche den Knochen biegt, knickt u. s. f. und nach dem Zerbrechen die Knochenenden in derselben Richtung forttreibt. Die Wunde ist dann eine mehr oder weniger gequetschte Stichwunde, durch welche nicht selten das eine Bruchende hervorragt und fest umschlossen wird. Zuweilen entsteht auch die Wunde durch Einreissen der Haut über einem scharfen Bruchende, wie namentlich bei den Brüchen der Gelenkenden mit Luxation im Gelenke, wodurch die Haut an der einen Seite derartig angespannt wird, dass sie einreisst. Man beobachtet diese Entstehungsweise der Hautwunde am häufigsten bei den Fracturen der Malleolen, wobei die Hautwunde meist ihren Sitz über der Bruchstelle des inneren Knöchels hat.

In anderen Fällen tritt die Trennung der Weichtheile über der Bruchstelle erst einige Zeit nach dem Knochenbruche hinzu, d. h. die ursprünglich einfache Fractur wird erst später zu einer complicirten. Zuweilen liegt die Schuld daran, dass durch das Körpergewicht oder durch unvorsichtige und heftige Bewegungen mit dem gebrochenen Gliede (z. B. bei Gehversuchen gleich nach der Verletzung, durch Insulte beim Transporte, bei grosser Unruhe des Verletzten u. s. f.) die Bruchspitzen durch die Weichtheile nach aussen hervorgedrängt werden. Oder die Perforation erfolgt durch Gangränescenz der Weichtheile, bald in Folge heftiger Contusion derselben durch die frakturirende Gewalt, bald in Folge anhaltenden Druckes von Seiten der dislocirten Fragmente (am häufigsten bei Schrägbrüchen der Tibia mit Aufrichtung des unteren Endes des oberen Fragments), bald durch äusseren Druck von Seiten eines ungleich wirkenden Compressivverbandes. Oder es kann endlich in seltenen Fällen die Bruchstelle dadurch freigelegt werden, dass es an derselben zur Eiterung kommt und der Abscess spontan die Hautdecke durchbricht oder durch Incision geöffnet wird.

§. 103. Ebenso verschiedenartig wie ihre Entstehungsweise ist auch die Beschaffenheit der Weichtheilwunde, die von einer einfachen glatten Stichwunde bis zur vollkommenen Zerquetschung und Zermalmung des Gliedes alle denkbaren Grade und Arten von Verletzungen darstellen kann. Am einfachsten und günstigsten sind im Allgemeinen die Durchstechungen der Weichtheile von innen heraus, namentlich aus dem Grunde, weil die Umgebung der Wunde am wenigsten Quetschung aufweist. Sie besitzen bald den Charakter scharfer

glatter Stichwunden, wenn sie durch ein scharfes und spitzes Bruchende bewirkt wurden, bald sind es umfänglichere gequetschte und zerrissene Wunden, welche häufig durch vorgefallene Weichtheile, insbesondere durch zerrissene Muskelbündel oder durch ein vorstehendes Bruchende ausgefüllt sind (s. Fig. 61). Was die Häufigkeit dieser Durchstechungsfracturen betrifft, so habe ich bei einer ungefähren Berechnung gefunden, dass sie an den langen Röhrenknochen etwa den dritten bis vierten Theil der complicirten Fracturen ausmachen.

Noch weit mannigfaltiger zeigt sich die Beschaffenheit der durch direkte Gewalt von aussen erzeugten Wunden, denn dieselbe hängt natürlich von der äusseren Form der frakturirenden Gewalt, sowie von ihrer lebendigen Kraft und der Richtung ab, in welcher sie einwirkt. Es kommen daher im Allgemeinen alle verschiedenen Arten von Wunden

Fig. 61.



Durchstechungsfractur beider Unterschenkelknochen durch Sturz aus der Höhe. Nach einer Beobachtung aus der Tübinger Klinik.

vor, die wir nicht im Einzelnen zu beschreiben brauchen; nur sind sie selten glatt und scharf, sondern, entsprechend der Entstehung durch stumpfe Gewalt, meist gequetscht und gerissen. Zugleich ist aber sehr häufig die Umgebung der Wunde in kleinerer oder grösserer Strecke gequetscht, so dass sich hier und dort Abschürfungen, Sugillationen und Quetschwunden der Haut in verschiedener Ausdehnung vorfinden. Und ebenso verhält es sich natürlich mit den Quetschungen der tieferen Theile, wobei jedoch daran zu erinnern ist, dass dieselben keineswegs immer mit dem Grade und der Ausdehnung der Quetschung der äusseren Haut übereinstimmen, so dass beispielsweise bei geringer Verletzung der äusseren Haut eine grossartige Zerreissung und Zertrümmerung der Muskulatur vorhanden sein kann.

Zu den schwereren und schwersten Formen der offenen Brüche

gehören diejenigen, welche mit gleichzeitiger Zersplitterung der Bruchenden verbunden sind, die sog. complicirten Splitterfracturen, zu denen die meisten Schussfracturen gehören. Ferner diejenigen Fälle, in denen die Wunde gleichzeitig ein grosses Gelenk eröffnet, die sog. complicirten Gelenkfracturen, welche in der Friedenspraxis am häufigsten am Fussgelenke, in zweiter Linie am Ellbogengelenke, seltener am Knie- und Handgelenke, am seltensten am Schulter- und Hüftgelenke beobachtet werden [1]). Endlich die schwersten Fälle, die totalen Zermalmungen und fast vollständigen Abtrennungen eines Gliedes, wie sie im Frieden durch Ueberfahrungen, Maschinengewalt, Explosionen und Verschüttungen, im Kriege durch grobes Geschütz bewirkt werden.

C. Das Lageverhältniss der Bruchenden.

Von grosser praktischer Bedeutung ist das Lageverhältniss der Bruchenden, sofern dieselben selten ihre normale Lage zu einander genau beibehalten, sondern in der Regel eine Verschiebung (Dislokation) nach verschiedenen Richtungen hin erleiden.

§. 104. Zu den relativ seltenen Fällen, in denen die Bruchstücke in ihrer normalen Lage zu einander bleiben, gehören zunächst manche unvollständige Brüche und solche mit geringer Zerreissung oder völliger Integrität des Periostes. Ferner manche Querbrüche mit sehr breiten Bruchflächen, die sich fest gegen einander stemmen und Brüche mit starken Zacken, welche so ineinandergreifen, dass sie sich gegenseitig fixiren. Ferner fehlt die Dislokation zuweilen bei Brüchen solcher Knochen, denen die unverletzten Nachbarknochen gleichsam als Schienen dienen, wie bei manchen Brüchen eines Unterschenkelknochens, eines Metakarpal- oder Metatarsalknochens. Endlich fehlt nicht selten jede Verschiebung bei Brüchen solcher Knochen und Knochentheile, welche von einem sehr starken fibrösen Ueberzuge bedeckt sind, falls letzterer nicht gleichzeitig zerrissen ist, wie bei manchen Fracturen der Patella, des Olekranon, Acromion u. s. f.

§. 105. In der Mehrzahl der Fälle sind dagegen die Fragmente in verschiedenem Grade und verschiedener Richtung verschoben. Man ist von Alters her gewohnt, die gewöhnlichen Formen der Dislokation in folgendes Schema mit 4 Hauptarten einzureihen.

1. Dislocatio ad axin s. ad directionem, die winkelige Verschiebung der Bruchenden (Fig. 62. a.).

2. Dislocatio ad latus, die seitliche Verschiebung der Bruchenden (Fig. 62. b.).

3. Dislocatio ad longitudinem, die Verschiebung der Bruchenden in der Längsrichtung.

a) Dislocatio ad longitudinem cum contractione, die Uebereinanderschiebung der Bruchenden (Fig. 62. c.).

---

[1]) Bei einer Zusammenstellung von 100 complicirten Gelenkfracturen finde ich folgende Vertheilung:
Schultergelenk 3 Fälle, Ellbogengelenk 28, Handgelenk 11, Hüftgelenk 1, Kniegelenk 17, Fussgelenk 40 Fälle.

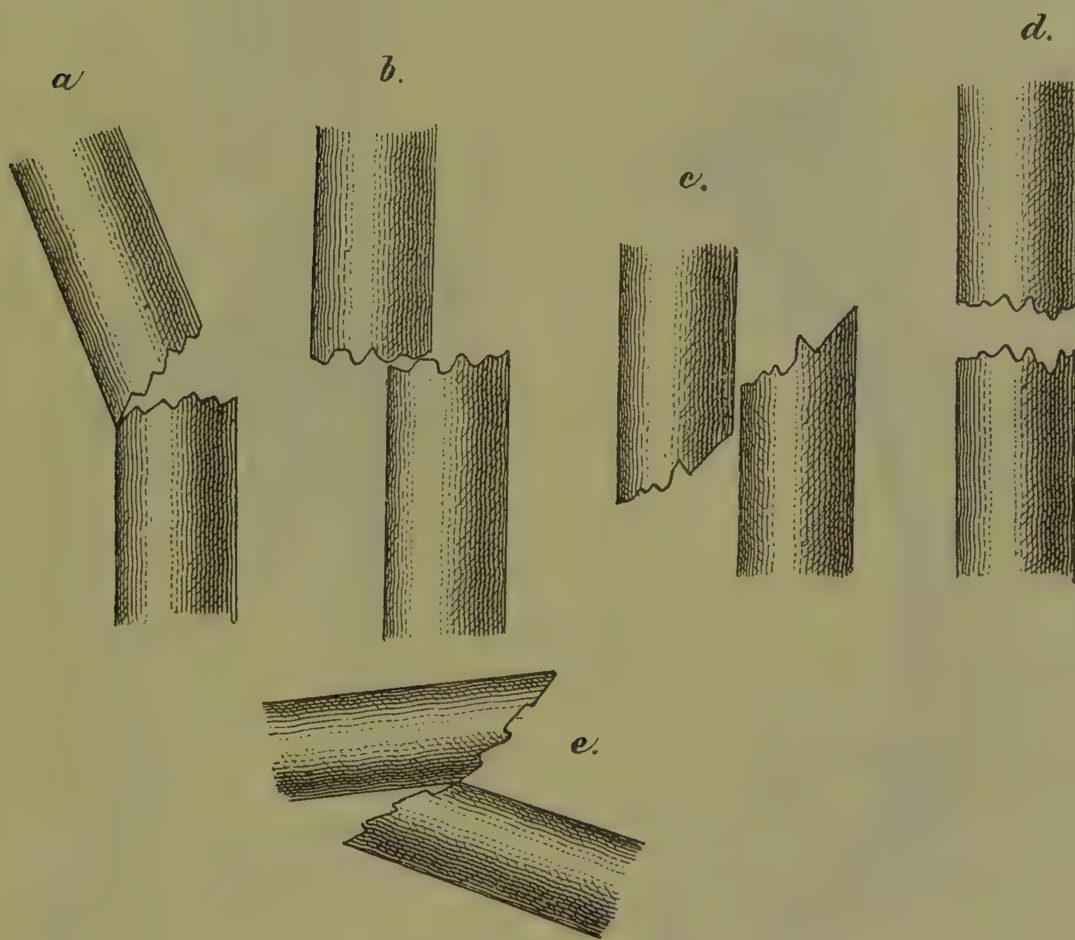
b) Dislocatio ad longitudinem cum implantatione, die Einkeilung der Bruchenden in einander.

c) Dislocatio ad longitudinem cum distractione, das Auseinanderweichen der Bruchenden (Fig. 62. d.).

4. Dislocatio ad peripheriam, die Drehung der Bruchenden um ihre Längsachse.

Das vorstehende Schema umfasst zwar die grosse Mehrzahl der vorkommenden Dislokationen, aber doch nicht alle, so dass wir später noch einige Arten von Verschiebungen anzuführen haben, welche sich nicht unter jene vier Hauptarten unterordnen lassen. Ueberdies ist

Fig. 62.



Schema der typischen Dislokationen der Fragmente. a) Winkelige Verschiebung. b) Seitliche Verschiebung. c) Uebereinanderschiebung. d) Auseinanderweichen. e) Reiten der Fragmente.

von vornherein zu bemerken, dass die genannten Arten von Dislokation, welche wir der Reihe nach besprechen werden, selten einzeln und allein, sondern viel häufiger mit einander in der verschiedenartigsten Weise combinirt vorkommen.

§. 106. 1. Die winkelige Verschiebung der Bruchenden (Dislocatio ad axin) besteht darin, dass die Bruchstücke einen vorspringenden Winkel bilden, der von einem stumpfen bis zu einem rechten oder sogar spitzen Winkel alle Grade besitzen kann. Diese Verschiebung gehört zu den häufigsten, wohl schon aus dem Grunde, weil die meisten Fracturen durch gewaltsame Biegung des Knochens entstehen;

wirkt hiebei die frakturirende Gewalt noch über den Moment der Fractur hinaus in derselben Richtung fort, so werden die Fragmente um so stärker geknickt. Nach welcher Seite die Spitze des Winkels gerichtet ist, hängt dann von der Art und Richtung der Gewalteinwirkung ab. Wenn aber trotzdem bei manchen Biegungsbrüchen die Achsenknickung fehlt, so ist wohl anzunehmen, dass sie unmittelbar nach erfolgtem Bruch durch die Elasticität der Weichtheile, durch Muskelcontraktionen oder durch die Schwere des unterhalb der Bruchstelle gelegenen Gliedabschnittes wieder ausgeglichen ist.

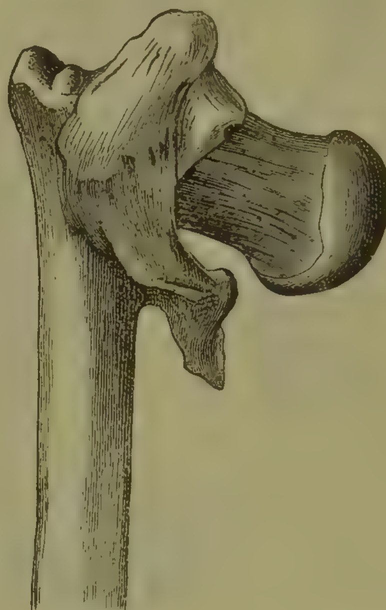
Die winkelige Dislokation kommt in reiner unvermischter Form vorzugsweise bei Querbrüchen vor und ist überhaupt die einzig mögliche Verschiebung bei den Infractionen, bei den subperiostalen Fracturen

Fig. 63.



Fractur der Tibia, geheilt mit stumpfwinkeliger Knickung.

Fig. 64.



Fractur des Schenkelhalses, geheilt mit spitzwinkeliger Knickung.

und stark gezähnten Brüchen. Hiebei haben sich die Bruchflächen nicht völlig verlassen, berühren sich jedoch nur mit dem einen Rande, während sie nach dem anderen Rande zu klaffen. Bei den anderen Arten von Brüchen ist dagegen die winkelige Knickung ausserordentlich häufig mit anderen Dislokationen combinirt, namentlich mit Uebereinanderschiebung der Fragmente, wodurch das sogenannte Reiten der Fragmente (s. u. Fig. 67, 68, 69) entsteht. Die vorstehenden Abbildungen (Fig. 63 und 64) dienen als Beispiele einer mit stumpfwinkeliger und einer mit spitzwinkeliger Knickung geheilten Fractur.

§. 107. 2. Die seitliche Verschiebung der Bruchenden (Dislocatio ad latus) ist in ihrer reinen Form ziemlich selten und

Fig. 65.



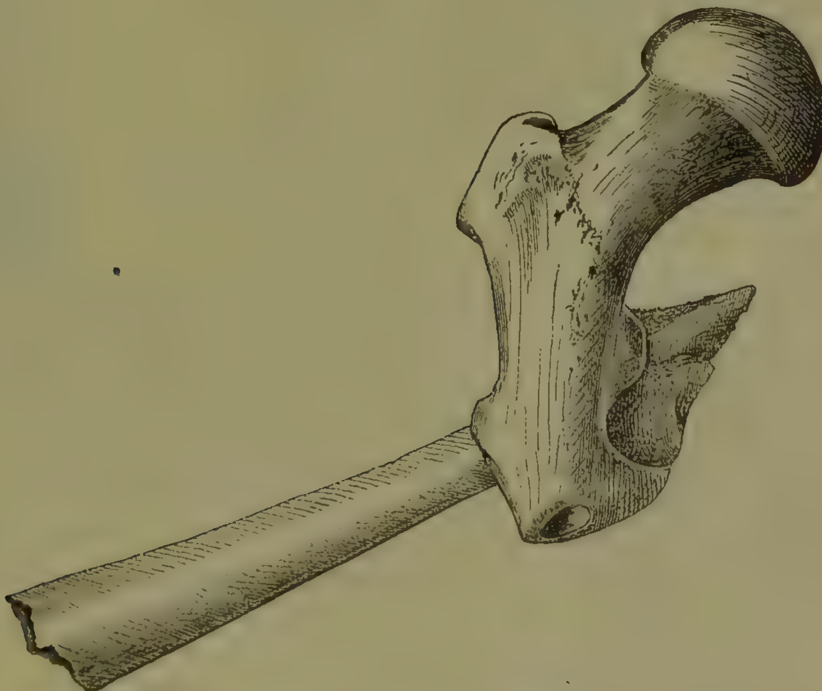
Fractur der Fibula, geheilt mit seitlicher Dislokation und Uebereinanderschiebung der Fragmente.

Fig. 66.



Fractur des unteren Endes des Femur, geheilt mit Dislokation des oberen Bruchendes nach vorne.

Fig. 67.



Fractur des Oberschenkels, geheilt mit fast rechtwinkeliger Kreuzung der Fragmente.

kommt vorzugsweise bei queren und annähernd queren Brüchen vor. Je weiter die Verschiebung in der Richtung des queren Durchmessers des Knochens fortschreitet, um so mehr verlassen sich natürlich die Bruchflächen, bis sie sich nur noch mit den Rändern berühren. Wird aber die seitliche Verschiebung eine vollständige, so dass sich die queren Bruchflächen gar nicht mehr berühren und gegen einander stemmen, so tritt sofort eine Uebereinanderschiebung der Fragmente hinzu, weil dann die Elasticität der Weichtheile und Contraktion der Muskeln freies Spiel erhält.

Viel häufiger kommt die seitliche Dislokation combinirt mit Uebereinanderschiebung (Fig. 65 und 66), winkeliger Knickung und Achsendrehung vor.

Fig. 68.



Fractur des Schlüsselbeines mit Reiten der Fragmente.

Fig. 69.



Fractur des Oberschenkels mit Reiten der Fragmente; oberes Fragment nach vorne, unteres nach hinten und aufwärts dislocirt.

3. Die Verschiebung der Bruchenden in der Längsrichtung (Dislocatio ad longitudinem) ist die häufigste und wichtigste Art der Dislokation. Sie kann entweder mit Verkürzung oder mit Verlängerung des Knochens einhergehen und stellt sich in folgenden drei Unterarten dar.

a) Die Uebereinanderschiebung der Fragmente ist die gewöhnliche Dislokation bei Schrägbrüchen, namentlich in der Diaphyse der Röhrenknochen. Sie kommt bei diesen um so leichter zu Stande, je steiler die schräge Richtung der Bruchlinie ist, wobei sie sich natürlich mit einem gewissen Grade von seitlicher Verschiebung combinirt. Doch kommt sie auch bei reinen Querbrüchen vor, aber nur in Verbindung mit vollständiger seitlicher Verschiebung, so dass sich die Bruchflächen ganz verlassen haben. Die Uebereinanderschiebung kann an den Extremitätenknochen natürlich nur in der Weise entstehen, dass das periphere Bruchstück an der Seitenfläche des dem Rumpfe näher gelegenen Fragmentes in die Höhe steigt, da letzteres durch seine Gelenkverbindungen fixirt ist. Sie ist nothwendig mit einem entsprechenden Grade von Verkürzung verbunden, die an einzelnen langen Röhrenknochen bis zu 15 cm und darüber betragen kann.

Bei der Uebereinanderschiebung bleiben die beiden Fragmente mit ihren Bruchflächen und Seitenflächen in unmittelbarer Berührung oder stehen seitlich mehr oder weniger von einander ab. Besonders häufig sind sie zugleich winkelig verschoben, so dass sie sich kreuzen. Diese letztere Combination der winkeligen und Längsverschiebung bezeichnet man als sog. Reiten der Fragmente (chevauchement), das in den vorstehenden Figg. 67 bis 69 dargestellt ist.

Endlich ist zu erwähnen, dass die Längsverschiebung mit Verkürzung auch bei den Splitterbrüchen und bei gewissen Formen der mehrfachen Brüche vorkommt, wie namentlich bei den sog. Yförmigen Brüchen der Gelenkenden, bei denen letztere auseinander gesprengt sind, und die Condylen an den Seitenflächen des Diaphysenendes emporsteigen.

b) Die Einkeilung der Bruchenden in einander entsteht in der Art, dass bei einem quer oder wenig schräg verlaufenden Bruchende das eine mehr oder weniger tief in die Substanz des anderen hineingetrieben wird, wobei eine Zertrümmerung von Knochengewebe im Inneren des letzteren stattfinden muss.

Diese Einkeilung kommt nur an den Gelenkenden vor, und zwar an der Grenze zwischen der compakten Diaphyse und spongiösen Epiphyse. Hiebei gestaltet sich der Mechanismus gewöhnlich so, dass das dünnere compakte Diaphysenende in die breitere spongiöse Epiphyse eindringt, wie es am häufigsten bei den Einkeilungsbrüchen des chirurgischen Halses des Humerus (Fig. 70) und des unteren Endes des Radius (Fig. 73), seltener am oberen Ende der Tibia beobachtet wird. Nur bei den Fracturen an der Basis des Schenkelhalses findet der umgekehrte Mechanismus statt, indem das Epiphysenfragment mit dem Schenkelhalse in die Substanz der Trochanterpartie sich einkeilt (Fig. 71). Dasselbe ist auch bei den seltenen Fracturen des anatomischen Halses des Humerus der Fall, bei welchen der abgebrochene Gelenkkopf in die Tuberkelpartie eingekeilt werden kann.

Bei den beiden angegebenen Arten der Einkeilung bleibt dasjenige Fragment, in welches hinein die Eintreibung erfolgt, entweder in seiner äusseren Wandung unversehrt, indem nur die spongiöse Substanz im Innern zertrümmert wird (Fig. 70, 71, 73), oder dasselbe wird durch das eindringende Bruchende in mehrfache Fragmente auseinandergesprengt, wie es namentlich bei den Einkeilungsbrüchen des Schenkelhalses (Fig. 72), hie und da auch bei denen des Humeruskopfes beobachtet wird.

Die Einkeilung ist stets mit einer entsprechenden Verkürzung des Knochens verbunden und ausserdem nicht selten mit einer winkeligen Knickung. Letztere manifestirt sich bei den Einkeilungsbrüchen des Schenkelhalses als Verkleinerung (Fig. 64) oder Vergrösserung (Fig. 72) des Winkels zwischen Hals- und Mittelstück und kommt auch bei den Einkeilungsbrüchen des unteren Endes des Radius in typischer Weise vor, indem der Knochen an der Bruchstelle eine Knickung mit der Oeffnung des Winkels nach der Dorsalseite aufweist (Fig. 73).

c) Das Auseinanderweichen der Bruchenden, die sogenannte Diastase der Fragmente ist im Allgemeinen eine ziemlich seltene Dislokation, die nur bei den Brüchen bestimmter Knochen und Knochen-

theile die gewöhnliche Art der Verschiebung darstellt. Es verschiebt sich hiebei das eine oder beide Fragmente in der Längsrichtung derart,

Fig. 70.



Fractur des chirurgischen Halses des Humerus mit Einkeilung der Diaphyse in die Epiphyse, nicht geheilt. Tod in der 2. Woche nach der Verletzung.

Fig. 71.



Schenkelhalsbruch mit Einkeilung der Basis des Schenkelhalses in die Trochanterpartie.

dass die Bruchflächen von einander abstehen und eine schmälere oder breitere Spalte zwischen sich lassen. Auf diese Weise ist nicht nur

Fig. 72.



Schenkelhalsbruch mit senkrechter Aufrichtung und Einkeilung des Schenkelhalses und Auseinandersprengung der Trochanterpartie.

Fig. 73.



Fractur des unteren Endes des Radius mit Einkeilung und winkeliger Knickung.

die Berührung der Bruchflächen, sondern auch der betreffenden Knochenstücke überhaupt aufgehoben.

Diese Dislokation kommt bei Brüchen der Diaphysen der Röhrenknochen nur ganz ausnahmsweise vor, allenfalls bei einzelnen Dia-

Fig. 74.



Querbruch der Patella, geheilt mit Diastase und ligamentöser Verbindung.

Fig. 75.



Bruch des Olekranon, geheilt mit Diastase und ligamentöser Verbindung.

physenfracturen des Humerus, bei denen die Schwere des unterhalb der Bruchstelle gelegenen Extremitätenabschnittes eine Distraktion der Fragmente bewirken kann. Dagegen stellt sie die gewöhnliche Dislokation bei Brüchen gewisser kurzer Knochen und Knochenfortsätze dar, an denen sich kräftige Muskeln und Sehnen ansetzen, welche vermöge ihrer Contraktion oder Schrumpfung das abgetrennte Knochenstück dislociren. Hieher gehören vorzugsweise die Querbrüche der Patella (Fig. 74) und des Olekranon (Fig. 75), bei denen stets Neigung zum Auseinanderweichen der Bruchstücke besteht, wenn der fibröse Ueberzug mitzerrissen ist. Desgleichen die Abreissungen gewisser Knochenfortsätze, wie des Proc. coracoid. der Scapula, des Fersenhöckers u. s. f. Die praktische Bedeutung dieser Dislokation liegt darin, dass sie für die Fracturheilung durch knöchernen Callus wegen des mangelnden Contaktes der Bruchflächen höchst ungünstig ist, wie denn auch die genannten Fracturen in der Regel mit Pseudarthrose heilen.

4. Die Drehung der Bruchenden um ihre Längsachse (Dislocatio ad peripheriam) kommt bei den Brüchen der Extremitätenknochen ziemlich häufig vor, am häufigsten bei denen des Ober- und Unterschenkels. Der gewöhnliche Mechanismus ist der, dass das eine Fragment, und zwar das periphere, um seine Längsachse rotirt wird, während das andere in seiner Lage bleibt. Denn das sich selbst überlassene Glied folgt dem Gesetze der Schwere, und so geschieht bei Fracturen der unteren Extremität die Rotation gewöhnlich nach aussen, da in der Rückenlage das Bein Neigung hat, nach aussen umzufallen. Ausnahmsweise nehmen auch beide Fragmente an der Drehung Theil,

und zwar in entgegengesetzter Richtung. Jedenfalls ist die Wirkung der Rotation die, dass zwar die Bruchflächen im Ganzen in Berührung bleiben, aber alle einzelnen Punkte der Peripherie ihre Contaktpunkte wechseln. Selbstverständlich nimmt an der Rotation des peripheren Fragmentes der ganze unterhalb der Bruchstelle gelegene Abschnitt der Extremität Theil.

§. 108. Im Anschlusse an diese hergebrachte Eintheilung der verschiedenen Dislokationsformen seien noch kurz einige andere Arten angeführt, welche sich nicht unter jene unterordnen lassen.

Hieher gehört die Umdrehung eines Fragmentes um seine Querachse, welche bisher nur in wenigen Fällen bei Bruch des anatomischen Halses des Humerus beobachtet worden ist. Die Umdrehung kann eine derartig vollständige sein, dass die Bruchfläche des Humeruskopfes gerade nach oben gekehrt ist und mit der Gelenkpfanne sich in Berührung befindet, während seine überknorpelte Gelenkfläche mit der Bruchfläche des unteren Fragmentes in Berührung ist.

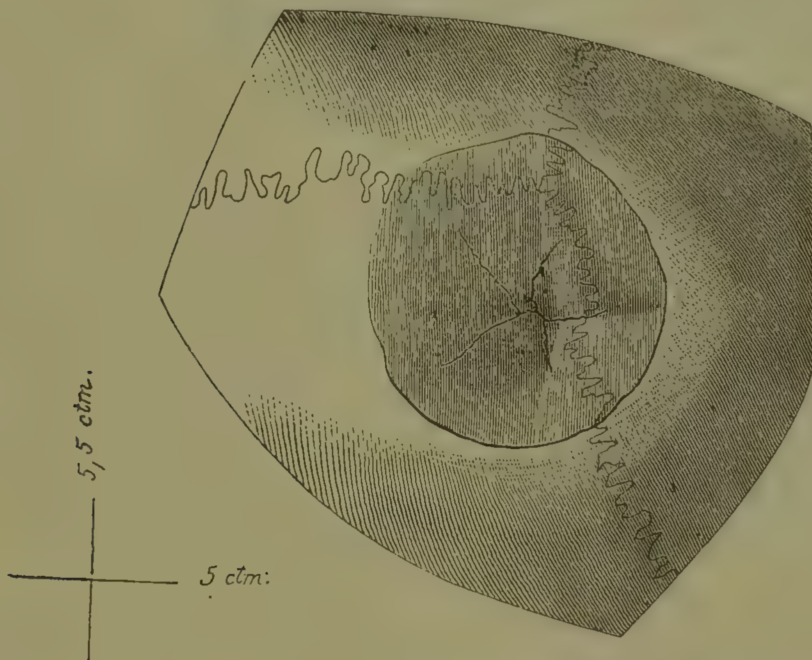
Ferner ist diejenige Formveränderung des Knochens zu nennen, welche bei dem Compressionsbruch stattfindet. Wie früher erwähnt (§. 63), wird hiebei der Knochen durch Zusammenpressung der spongiösen Substanz in einer Richtung plattgedrückt, während er in dem andern Durchmesser sich verbreitert.

Ebenso gehören hieher die Dislokationen der Fragmente bei mehrfachen und Splitterbrüchen. Dieselben können sich in der mannigfaltigsten Weise gestalten und sogar in einen regellosen Wirrwarr von Splittern übergehen, so dass es werthlos wäre, besondere Typen aufsuchen zu wollen. In einigen merkwürdigen Fällen von complicirten Fracturen der langen Röhrenknochen, welche durch Sturz aus der Höhe sich ereigneten, ist sogar ein totales Heraussprengen eines Knochenfragmentes beobachtet worden, so dass dasselbe neben dem Verletzten auf dem Boden oder in seinen Kleidern gefunden wurde. Wahrscheinlich lässt sich der Mechanismus so erklären, dass zunächst durch den Sturz eine indirekte Durchstechungsfractur erfolgte, und hierauf durch direkten Anprall des hervorstehenden Fragmentes gegen einen fremden Gegenstand die Spitze desselben abgebrochen wurde (Gurlt).

Schliesslich bleibt noch diejenige Form der Dislokation zu erwähnen, welche vorzugsweise den Schädelbrüchen zukommt, nämlich die Eindrückung oder Depression der Fragmente, d. h. ihre Verschiebung in die Tiefe der Schädelhöhle. Am regelmässigsten gestaltet sich dieselbe bei den auf eine kleinere Stelle des Schädeldaches beschränkten Fracturen, welche durch Gewalten mit stumpfspitzer Oberfläche erzeugt werden. Bald ist die ganze von der Bruchlinie begrenzte Knochenscheibe eingedrückt (periphere Depression), bald nur das Centrum derselben trichterförmig vertieft (centrale Depression). Im letzteren Falle ist die Peripherie der Knochenscheibe nur eingeknickt und haftet noch fest an der Umgebung, während das Centrum eine oder mehrere, zuweilen radiär angeordnete Spalten trägt, welche entweder beide Tafeln oder vorzugsweise die Glastafel durchsetzen. Ein charakteristisches Beispiel dieser Form von Depressionsfractur ist in den nachstehenden Abbildungen (Fig. 76—77) wiedergegeben, die einen durch Schlag mit einem Hammer entstandenen Bruch des Stirn- und Scheitelbeines darstellen. Die kreisrunde eingedrückte Knochenscheibe

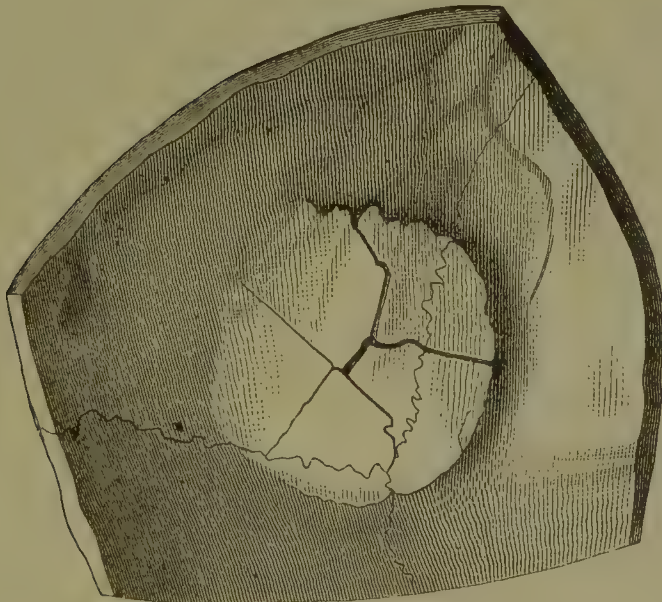
wird in der äusseren Tafel von einer fast continuirlichen cirkulären Spalte umschrieben, während die innere Tafel zum Theil nur einge-

Fig. 76.



Depressionsfractur des rechten Stirn- und Scheitelbeines von der äusseren Fläche gesehen.

Fig. 77.



Dieselbe Fractur wie Fig. 76, von der inneren Fläche gesehen.

knickt, zum Theil eingebrochen ist; das Centrum trägt einige radiäre Spalten, welche die innere Tafel in grösserer Ausdehnung durchsetzen als die äussere.

Weniger regelmässig gestaltet sich natürlich die Depression der Fragmente, wenn das eingedrückte Knochenstück in mehrere oder zahlreiche, grössere und kleinere Splitter zerbrochen ist. Letztere sind nach einwärts über einander oder seitlich dislocirt, stehen schräg oder senkrecht aufgerichtet und sind bis in die Dura oder tief in's Gehirn eingedrückt. Bezüglich der genaueren Schilderung dieser Dislokationsform muss auf den speciellen Theil dieses Werkes verwiesen werden.

§. 109. Zum Schlusse sind noch die Ursachen der Dislokationen zu besprechen.

Als Prädisposition spielt jedenfalls eine gewisse Beschaffenheit des Knochenbruches eine wichtige Rolle. Am meisten begünstigt wird die Verschiebung durch glatte Beschaffenheit und schräge Richtung der Bruchflächen: beide Eigenschaften sind bei den so häufigen Schrägbrüchen der Röhrenknochen vereinigt, bei welchen denn auch eine Verschiebung in der Längsrichtung mit Verkürzung die Regel ist. Dagegen sind die Querbrüche viel seltener mit erheblicher Dislokation verknüpft, da sich die queren Bruchflächen leichter gegen einander stemmen und überdies häufig mit mehr oder weniger zahlreichen Zacken und Zähnen versehen sind, welche fest in einander greifen.

Die veranlassenden Ursachen sind sehr mannigfacher Art. Sie lassen sich am klarsten übersehen, wenn wir mit Rücksicht auf die Zeit der Entstehung der Verschiebung die primären Dislokationen, welche im Momente der Verletzung eintreten, und die sekundären Dislokationen unterscheiden, welche früher oder später nach der Verletzung hinzutreten.

Die primären Dislokationen werden ausschliesslich durch die frakturirende Gewalt bewirkt: die biegende und brechende Kraft wirkt noch über den Moment der Fractur hinaus fort und treibt die Bruchstücke noch weiter vor. Sie ist im Stande, alle überhaupt vorkommenden Dislokationen zu bewirken; einzelne Formen der letzteren werden sogar ausschliesslich und allein durch sie bedingt, wie namentlich die Einkeilung der Fragmente in einander, die Umdrehung eines Fragmentes um seine Querachse.

Die sekundären Dislokationen entstehen theils unmittelbar theils kürzere oder längere Zeit nach der Fractur, und zwar bald plötzlich und rasch, bald langsam und mit allmäliger Steigerung. Sie können bewirken, dass eine ursprünglich nicht dislocirte Fractur sich dislocirt, oder dass die anfänglich vorhandene Form der Dislokation in eine andere, vielleicht die entgegengesetzte umgewandelt wird, oder endlich, dass die vorhandene Art der Dislokation sich noch mit anderen Formen combinirt. Ihre Ursachen lassen sich folgendermassen gruppiren.

1. Zuweilen sind es neue mechanische Einwirkungen von aussen, welche das frisch gebrochene Glied treffen. Hieher gehören zufällige äussere Gewalten, welche bisweilen unmittelbar nach dem Momente der Fractur einwirken: beispielsweise kann durch Sturz aus der Höhe eine indirekte Fractur entstehen, und sofort durch Umfallen des Körpers und Anschlagen gegen einen fremden Gegenstand eine sekundäre Dislokation hinzutreten. Ferner gehören hieher die unver-

meidlichen Bewegungen mit dem gebrochenen Gliede, welche bei dem Aufheben, dem Transport und der Lagerung des Verletzten vorgenommen werden.

2. Auch schon die Schwere des Gliedes und des ganzen Körpers bei fehlerhafter Lagerung vermag erhebliche Dislokation zu bewirken. So kann bei Fracturen der untern Extremität durch Umfallen des Fusses nach aussen eine Achsendrehung des unteren Fragmentes sammt dem ganzen unterhalb der Bruchstelle gelegenen Gliedabschnitte erfolgen, ebenso durch Herabgleiten des Rumpfes im Bette eine Uebereinanderschiebung der Bruchstücke eintreten.

3. Unvorsichtige Bewegungen des Verletzten, also willkürliche Muskelcontraktionen, welche entweder den ganzen Körper bewegen, wie beim Drehen und Emporrichten im Bette, oder nur das gebrochene Glied selbst, wie bei dem Versuche, mit gebrochenem Beine aufzutreten und sich fortzubewegen. Auch durch Bewegungen des benachbarten Gliedes und Gelenkes können Verschiebungen an der Bruchstelle eintreten, wie z. B. beim Bruche des Schlüsselbeines durch Bewegungen des Armes und der Schulter.

4. Unwillkürliche Muskelcontraktionen sind gleichfalls eine häufige Ursache von Dislokationen. Ihre Bedeutung ist jedoch früher und zum Theil bis in die neueste Zeit überschätzt und falsch gedeutet worden. Man war nämlich der Meinung, dass es sich um einen permanenten Contraktionszustand der Muskeln handle, und dass dieser die einzige oder Hauptursache aller Dislokationen sei. Hiedurch wurde man verleitet, aus der physiologischen Wirkung der Muskeln, welche sich an dem einen und anderen Fragment ansetzen, a priori die Dislokationen zu construiren, welche bei Brüchen an dieser oder jener Stelle des Knochens nothwendig sich einstellen müssen. Allein es bedarf keines Beweises, dass eine solche permanente Contraktion der Muskeln gar nicht besteht, vielmehr handelt es sich blos um vorübergehende Contraktionen, welche namentlich durch Reizung der Muskeln von Seiten spitzer Bruchenden hervorgerufen werden und allerdings in den höchsten Graden bis zu convulsivischen Zuckungen sich steigern können. Ausserdem ist es ja allbekannt, dass bei Brüchen an einer und derselben Stelle die verschiedenartigsten Dislokationen vorkommen, darunter auch solche, welche nicht im Entferntesten von einer Muskelaktion abgeleitet werden können. Trotz dieser Einschränkungen bleibt aber der Thätigkeit der Muskeln immerhin noch eine wichtige Rolle, welche nicht nur bei Diaphysenfracturen, sondern namentlich auch bei der Abreissung von Knochenfortsätzen, die zugleich zur Insertion einzelner Muskeln oder ganzer Muskelgruppen dienen, deutlich hervortritt.

5. Als ein nicht unwichtiges Moment kommt ferner noch die elastische Spannung der sämmtlichen Weichtheile in Betracht, welche den gebrochenen Knochen umhüllen, also der Muskeln, Sehnen, Fascien und äusseren Haut. Es leuchtet ja ein, dass diese Spannung nach der Durchtrennung der knöchernen Stütze die Verkürzung des

Gliedes begünstigen muss. Die Tendenz dieser Theile zu beständiger Schrumpfung wird noch erhöht durch die Folgen vorausgegangener Mitverletzung und entzündlicher Infiltration, sowie durch die anhaltende Immobilisirung (Inaktivitäts-Atrophie). Diese fortdauernde Retraktion der Weichtheile erhellt am besten daraus, dass nach Ablauf einiger Zeit sich die Verkürzung des Gliedes selbst bei vollkommener Erschlaffung der Muskeln viel schwieriger als anfangs oder gar nicht mehr ausgleichen lässt, auch wenn noch keine Spur von Consolidation eingetreten ist.

6. Schliesslich gehört noch ein fehlerhafter Verband zu den häufigeren Ursachen sekundärer Dislokationen. Entweder ist derselbe von vornherein zu lose angelegt oder mit der Abschwellung der Weichtheile zu weit geworden, oder er schliesst die benachbarten Gelenke nicht ein, so dass sich die Bewegungen derselben auf die Bruchstücke fortpflanzen.

Dritter Abschnitt.

Allgemeine Symptomatologie und Diagnose der Knochenbrüche.

Die charakteristischen Erscheinungen eines frischen Knochenbruches beruhen fast ausschliesslich auf den mechanischen Wirkungen der aufgehobenen Continuität des Knochens. Diese treten hie und da so augenfällig hervor, dass selbst der Laie die stattgehabte Zusammenhangstrennung sofort erkennt, in der Regel aber lassen sie sich nur bei genauerer Untersuchung wahrnehmen, ja es ist sogar die letztere zuweilen mit den grössten Schwierigkeiten verknüpft.

Am deutlichsten sind die Symptome der Fractur zu erkennen, wenn der gebrochene Knochen oberflächlich unter der Haut gelegen oder die Bruchstelle durch eine penetrirende Hautwunde blosgelegt ist, wenn ferner die Trennung des Knochens eine vollständige ist oder gar in einer ausgedehnten Zerschmetterung besteht, und wenn eine augenfällige Missstaltung des Körpertheiles durch Verschiebung der Bruchstücke vorhanden ist. Unter den entgegengesetzten Umständen treten die Erscheinungen weit weniger deutlich hervor oder können sogar zum Theil ganz fehlen, wie insbesondere bei den unvollständigen Brüchen, sowie auch bei den vollständigen Brüchen ohne Verschiebung und Verschiebbarkeit der Bruchenden.

Unsere Aufgabe ist es nun, im Folgenden zunächst die einzelnen Fracturzeichen der Reihe nach anzuführen und hierauf die Technik der diagnostischen Untersuchung und ihre Hülfsmittel zu besprechen.

Cap. I.

Die Erscheinungen der Knochenbrüche.

§. 110. Man pflegt die Symptome der Knochenbrüche in objektive und subjektive zu unterscheiden.

Nur die ersteren, sinnlich wahrnehmbaren Zeichen gestatten eine absolut sichere Feststellung der Diagnose, so zwar, dass schon das Vorhandensein eines einzigen derselben genügt, um die Gegenwart eines Knochenbruches zu beweisen. Die übrigen Erscheinungen, welche wir mit unseren Sinnen nicht zu erkennen vermögen, tragen einen subjektiven Charakter und sind bei der Diagnose nur als weniger zuverlässige Hülfsmittel zu verwerthen. Sie gestatten, wenn kein objektives Symptom

nachweisbar ist, nur mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit die Diagnose auf das Vorhandensein einer Fractur zu stellen, spielen aber trotzdem in der Praxis bei der Fracturdiagnose nicht selten eine ungebührlich grosse Rolle.

Zu den **objektiven** Symptomen gehören die drei sog. klassischen Fracturzeichen:

1) die abnorme Beweglichkeit der Bruchstücke;

2) die Crepitation bei Verschiebung der Bruchstücke;

3) die Difformität des gebrochenen Gliedes in Folge von Dislokation der Fragmente.

Hieran reihen sich noch:

4) die Erscheinungen von Seiten der äusseren Weichtheile, welche von der Fractur direkt abhängig sind.

Zu den **subjektiven** Symptomen gehören:

1) der Bruchschmerz;

2) die gestörte Funktion des gebrochenen Gliedes.

a) Objektive Symptome.

§. 111. Abnorme Beweglichkeit.

Das wichtigste und sicherste Zeichen einer frischen Fractur ist die abnorme Beweglichkeit, welche plötzlich nach einer vorausgegangenen Gewalteinwirkung in der Continuität eines Knochens nachzuweisen ist. Gelingt der Nachweis mit aller Bestimmtheit, so kann über die Diagnose kein Zweifel bestehen. Freilich ist dieses Zeichen bei dem ausserordentlich verschiedenen Grade von Mobilität der Fragmente bald sehr leicht bald schwer zu erkennen, ja es gibt sogar Knochenbrüche, denen dasselbe ganz fehlt.

Am deutlichsten tritt nämlich die abnorme Beweglichkeit bei den Fracturen der Diaphyse der langen Röhrenknochen hervor, und zwar insbesondere an denjenigen Extremitätenabschnitten, welche nur einen Röhrenknochen besitzen, also namentlich bei den Diaphysenfracturen des Humerus und Femur, während an zweiknochigen Gliedern die Beweglichkeit nur dann ausgiebig ist, wenn beide Knochen annähernd in demselben Niveau gebrochen sind. In manchen Fällen sind die Bruchstücke sogar der Art beweglich, dass das Glied in jede beliebige, normaler Weise gar nicht ausführbare Stellung gebracht, also geknickt, gedreht, verlängert und verkürzt werden kann.

Andererseits ist die Beweglichkeit an der Bruchstelle sehr gering und daher schwer auszumitteln bei den unvollständigen Brüchen, bei denen nur einige Beweglichkeit im Sinne einer Vergrösserung des vorhandenen Knickungswinkels nachweisbar ist, ferner bei den gezähnten Brüchen mit Eingreifen der Zacken in einander und bei den Brüchen eines einzigen Knochens an zweiknochigen Gliedern, wie besonders bei den isolirten Fracturen der Fibula. Desgleichen bei manchen Fracturen an den Gelenkenden, bei denen nicht die Continuität des ganzen Knochens getrennt ist, sowie bei den Brüchen der meisten kurzen Knochen, deren Bruchstücke gar nicht oder schwer zu fassen sind, so dass die in den unmittelbar anstossenden Gelenken vor sich gehenden Bewegungen äusserst leicht Täuschungen veranlassen.

Die abnorme Mobilität fehlt dagegen ganz bei den Brüchen mit fester Einkeilung der Fragmente in einander.

Das Manöver, welches man ausführt, um auf abnorme Beweglichkeit zu untersuchen, besteht in der Regel darin, das man beide Fragmente in der Nähe der muthmasslichen Bruchstelle erfasst und in entgegengesetzter Richtung verschiebt, oder dass man das Glied am centralen Ende mit der einen Hand fixirt und am peripheren Ende mit der anderen Hand zu biegen, also winkelig zu knicken sucht. Die eintretende Difformität beweist dann die vorhandene abnorme Beweglichkeit und den Sitz des Bruches. Handelt es sich jedoch um eine Fractur in nächster Nähe eines Gelenkes, so kann man auch, um sich eines längeren Hebelarms zu bedienen, Bewegungen mit dem anstossenden peripheren Gliedabschnitte vornehmen. Diess gilt jedoch vorzugsweise für Fracturen in der Nähe von Gelenken, deren Bewegungen fast ausschliesslich um eine einzige Achse vor sich gehen, wie bei den Charniergelenken, also namentlich für Fracturen in der Nähe des Ellbogen-, Knie- und Fussgelenkes: bei diesen lässt sich die abnorme Mobilität am besten durch eine in abnormem Grade ausführbare Lateralflexion erkennen. Oder man sucht das abgebrochene Gelenkende, beispielsweise den Gelenkkopf des Humerus oder Radius, mit der einen Hand zu fixiren, während man mit der anderen Hand rotirende Bewegungen an dem entgegengesetzten Ende des Knochens vornimmt. Bewegt sich hiebei das Gelenkende nicht mit, so ist das ein ganz sicheres Zeichen für das Vorhandensein einer Fractur; dagegen lässt sich allerdings aus einer Mitbewegung desselben die Fractur keinesfalls ausschliessen, da sich die Fragmente häufig so fest gegen einander stemmen, dass das obere Fragment die Rotationsbewegungen des unteren mitmacht. Endlich ist noch ein Verfahren zu erwähnen, das vorzugsweise zur Ermittlung der abnormen Beweglichkeit bei Fracturen des unteren Endes der Fibula empfohlen ist: durch Druck mit dem Finger auf die Spitze des Knöchels sucht man durch eine Art Schaukelbewegung (mouvement de bascule) das obere Ende des unteren Fragmentes zum Hervortreten zu bringen. Der Handgriff setzt voraus, dass das untere Fragment nicht zu lang ist.

§. 112. Crepitation.

Als Crepitation einer frischen Fractur bezeichnet man ein hartes klappendes oder knarrendes Reibungsgeräusch, welches durch Reiben der unebenen Bruchflächen an einander entsteht. Das Zustandekommen der Crepitation setzt unbedingt nicht blos abnorme Beweglichkeit, sondern auch unmittelbaren Contakt der Bruchflächen voraus. Daher ist dieselbe trotz deutlicher Mobilität nicht immer vorhanden, lässt sich aber zuweilen noch wahrnehmen, wenn die abnorme Beweglichkeit nicht mit voller Bestimmtheit nachzuweisen ist.

Die Intensität des Crepitationsgeräusches hängt im Allgemeinen ab von der Breite der Bruchflächen, von ihrer mehr oder weniger unebenen und compakten Beschaffenheit, von dem Grade der Beweglichkeit an der Bruchstelle, sowie von der oberflächlicheren oder tieferen Lage des gebrochenen Knochens. Am deutlichsten zeigt sich die Erscheinung bei Brüchen der compakten Diaphyse eines langen Röhrenknochens mit grosser Beweglichkeit der Fragmente, bei denen

zuweilen sogar ein weithin hörbares klappendes Geräusch erzeugt werden kann, desgleichen bei Brüchen mit zahlreichen beweglichen Fragmenten und Splittern, bei denen schon eine leichte Berührung der Bruchstelle deutliches Geräusch hervorbringt. Dagegen ist die Wahrnehmung der Crepitation erschwert bei kleinen und schmalen Bruchflächen, bei Brüchen tiefliegender und spongiöser Knochen, sowie bei Brüchen eines einzigen Knochens an Gliedern mit zwei Röhrenknochen. Sie fehlt endlich ganz, wenn die Bruchenden sich nicht an einander verschieben lassen — also bei Infractionen und Fissuren, bei Einkeilung und Verzahnung der Fragmente —, und ebenso, wenn die Bruchflächen nicht in unmittelbare Berührung mit einander treten — also bei Interposition von Weichtheilen zwischen die Bruchflächen, bei erheblicher Diastase und auch bei starker Uebereinanderschiebung der Fragmente, wobei sich letztere nur mit den Seitenflächen berühren.

Um das Crepitationsgeräusch hervorzurufen, werden zum Theil dieselben Manöver ausgeführt wie bei der Untersuchung auf abnorme Beweglichkeit. Sobald nämlich die Bruchflächen in einigem Contakte sich befinden, so genügt es, die Fragmente mit je einer Hand zu erfassen und an einander zu verschieben und zu reiben, oder auch das eine Fragment zu fixiren und das andere hin- und herzubewegen. Befinden sich jedoch die Bruchflächen in gar keinem Contakte, so müssen sie erst genähert und an einander gebracht werden; sind sie im Gegentheil fest an einander gepresst, so müssen sie erst etwas distrahirt werden, um sie an einander reiben zu können.

Die Fracturcrepitation wird gewöhnlich nur gefühlt, zuweilen auch gehört. Die Wahrnehmung durch das Gefühl geschieht mittelst der palpirenden Hand, welche eine eigenthümliche Erschütterung oder Vibration empfindet, und zwar häufig nicht blos in der Nähe der Bruchstelle, sondern auch in grösserer Entfernung von derselben, da dieses fühlbare Geräusch durch die ganze Länge der Extremität fortgeleitet werden kann. Ist die Crepitation sehr deutlich und laut, so wird sie mit unbewaffnetem Ohre gehört, zuweilen selbst auf grössere Entfernung; um aber auch ein sehr schwaches Crepitiren wahrzunehmen, kann nach dem Vorschlage von Lisfranc die Auskultation mittelst des Stethoskopes zu Hülfe genommen werden. Letztere ist übrigens höchstens bei den Rippenbrüchen zu verwerthen, bei denen man auf diese Weise schon das durch die Respirationsbewegungen erzeugte schwache Crepitiren wahrnehmen kann.

Was den Werth der Crepitation für die Fracturdiagnose betrifft, so ist derselbe von den früheren Chirurgen entschieden überschätzt worden. Denn wenn auch ihr Nachweis sofort die Diagnose sichert, so fehlt eben dieses Zeichen doch bei einer ganzen Reihe von Knochenbrüchen, während es bei anderen schwer und nur durch mehr oder weniger gewaltsame Manipulationen zu ermitteln ist. Letztere sind aber zu rein diagnostischen Zwecken ganz zu verwerfen, da sie dem Verletzten stets Schmerzen verursachen, unter Umständen aber auch eine Vermehrung der Dislokation und Verletzung der Weichtheile zur Folge haben können. Endlich muss man sich hüten, die Fracturcrepitation mit anderen Reibungsgeräuschen zu verwechseln, wie z. B. mit der Knorpelcrepitation bei Knorpelbrüchen und Epiphysentrennungen, mit der Crepitation an entzündeten Sehnenscheiden, Schleimbeuteln und

Gelenken, mit der Crepitation durch Gerinnsel von Blutextravasat, durch Zellgewebs-Emphysem u. s. f. Die Unterscheidung dieser verschiedenen Crepitationsgeräusche kann selbstverständlich nur durch praktische Uebung erlernt werden.

§. 113. Difformität.

Das praktisch wichtigste Symptom einer Fractur ist die sicht- und fühlbare Difformität, welche durch die Verschiebung der Bruchstücke bewirkt wird. Sie besteht in einer mehr oder weniger auffälligen Missstaltung des Gliedes der verschiedensten Art, welche sich, je nach der vorhandenen Form der Dislokation, bald als Verlängerung oder Verkürzung, Drehung, Krümmung oder Knickung des Gliedes, bald als ein abnormer Vorsprung oder eine Vertiefung manifestirt.

Wir haben bereits in einem früheren Abschnitte die verschiedenen Formen der Dislokationen und ihre anatomischen Verhältnisse besprochen; es bleibt daher an dieser Stelle nur übrig, ihre Erscheinungsweise am Lebenden kurz zu schildern.

Die winkelige Dislokation der Fragmente (Disl. ad axin) ist durch Besichtigung und Betastung zu erkennen. Am augenfälligsten tritt dieselbe bei den Brüchen in der Diaphyse der langen Röhrenknochen hervor; schon beim blossen Anblick sieht das Glied geknickt oder verbogen aus. Während bei den einknochigen Extremitätenabschnitten die Achsenknickung gewöhnlich mit Uebereinanderschiebung und Verkürzung combinirt ist, beobachtet man sie in reiner Form zuweilen bei den Brüchen eines einzelnen Knochens an zweiknochigen Gliedern, wie beispielsweise in dem nachstehend abgebildeten Falle von Fractur der Ulna mit stumpfwinkeliger Knickung nach der Dorsalseite (Fig. 78).

Fig. 78.

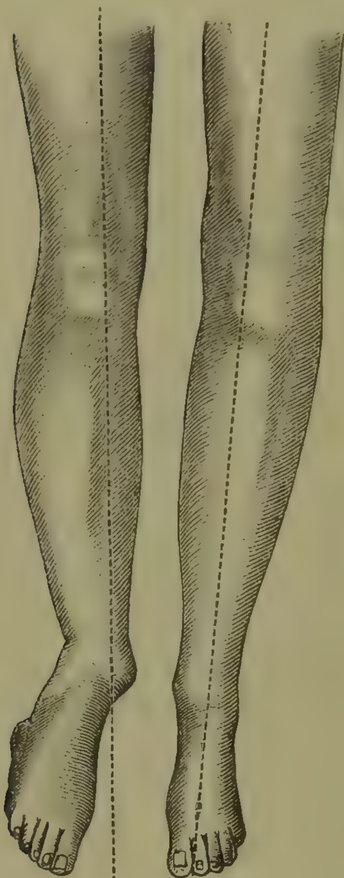


Bruch der Ulna mit winkelförmiger Knickung. Nach einer Beobachtung der Tübinger Klinik.

Ebenso ist bei den Infractionen der langen Knochen die Achsenknickung eine sehr häufige und zugleich die einzig mögliche Dislokation, welche jedenfalls das wichtigste Kennzeichen für die Diagnose derselben bildet. Als weiteres typisches Beispiel sei noch die in Fig. 79 abgebildete Fractur beider Malleolen mit Knickung des Fusses nach aussen angeführt; hiebei ist der Grad der Abweichung am besten dadurch zu erkennen, dass man durch die Mitte des Unterschenkels die Längs-

achse zieht; während diese an der unverletzten Seite durch die zweite Zehe hindurchgeht, fällt sie an der Seite der Fractur mehr oder weniger weit nach einwärts vom inneren Fussrande.

Fig. 79.



Fractur beider Malleolen mit typischer Knickung des Fusses nach aussen. Nach einer Beobachtung der Tübinger Klinik.

Die seitliche Dislokation der Fragmente (Disl. ad latus), welche selten allein vorkommt, ist schwerer wahrzunehmen als die meisten anderen Dislokationen, da sie keine in die Augen fallenden Veränderungen bedingt. Denn abgesehen von einem mehr oder weniger deutlichen Vorsprung und einer entsprechenden Einsenkung des einen und anderen Fragmentes, welche die regelmässigen Contouren des Knochens unterbrechen, ist weder eine Veränderung der Länge noch der Richtung des Knochens vorhanden. Es versteht sich, dass jener Vorsprung zwar bei oberflächlich unter der Haut gelegenen Knochen, wie z. B. bei einem Querbruch des Brustbeines mit Verschiebung nach vorne oder hinten, sehr leicht palpirt, unter Umständen sogar gesehen werden kann, dass er sich aber völlig der Beobachtung entzieht, wenn der Knochen in dicke Muskellagen eingebettet ist, oder eine starke Anschwellung durch Extravasat besteht.

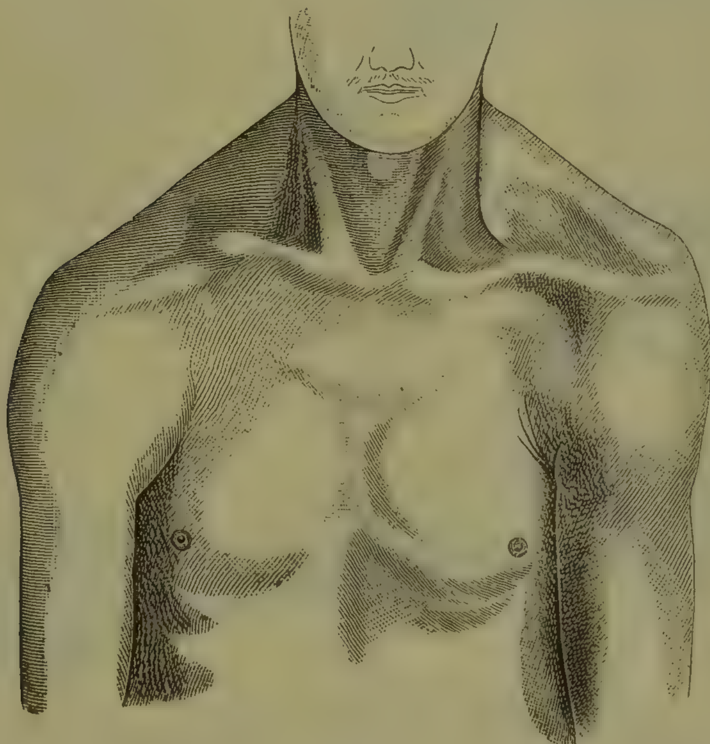
Viel häufiger kommt die seitliche Verschiebung combinirt mit winkeliger Knickung und Uebereinanderschiebung vor, wie bei dem in Fig. 80 abgebildeten Beispiele einer Fractur des Schlüsselbeines.

Die Dislokation mit Uebereinanderschiebung der Bruchenden (Disl. ad longitud. cum retract.) ist nothwendig mit einer entsprechenden Verkürzung des Gliedes verknüpft. Ist letztere einigermassen erheblich, so gibt sie sich schon bei einfacher Inspektion zu erkennen und stellt sogar häufig das zunächst in die Augen fallende Symptom dar, während ganz geringe Grade von Verkürzung nur durch Messung nachgewiesen werden können (s. u. §. 122). Auch lässt jede stärkere Verkürzung mit Sicherheit auf eine Uebereinanderschiebung der Fragmente schliessen, da eine solche bei keiner anderen Art der Dislokation vorkommt. In einzelnen Fällen kann die Verkürzung beispielsweise bei Fracturen des Oberschenkels bis zu 15 cm und darüber betragen.

Besonders häufig bei den Diaphysenfracturen ist die Uebereinanderschiebung mit winkeliger Knickung verbunden, wodurch das sog. Reiten der Fragmente (Chevauchement) entsteht, das namentlich bei den Brüchen des Schlüsselbeines und Oberschenkels sehr häufig beobachtet wird. Ein solches Beispiel stellt der in Fig. 80 abgebildete Fall von Schlüsselbeinbruch dar, in welchem das äussere Fragment sammt der Schulter nach abwärts und einwärts gesunken, das innere Fragment mit seinem äusseren Ende etwas aufgerichtet ist.

Als Beispiel einer selteneren Form von Uebereinanderschiebung möge der in Fig. 81 abgebildete Fall von Fractur des äusseren Condyls des Humerus angeführt sein. Der abgebrochene Condyl ist an der äusseren Seite des Humerus in die Höhe gestiegen, und diesem sind die beiden Vorderarmknochen gefolgt, indem sie sich in die Stellung einer Luxation nach aussen und hinten begeben haben, so dass das untere Ende des Oberarmes frei nach unten vorsteht.

Fig. 80.

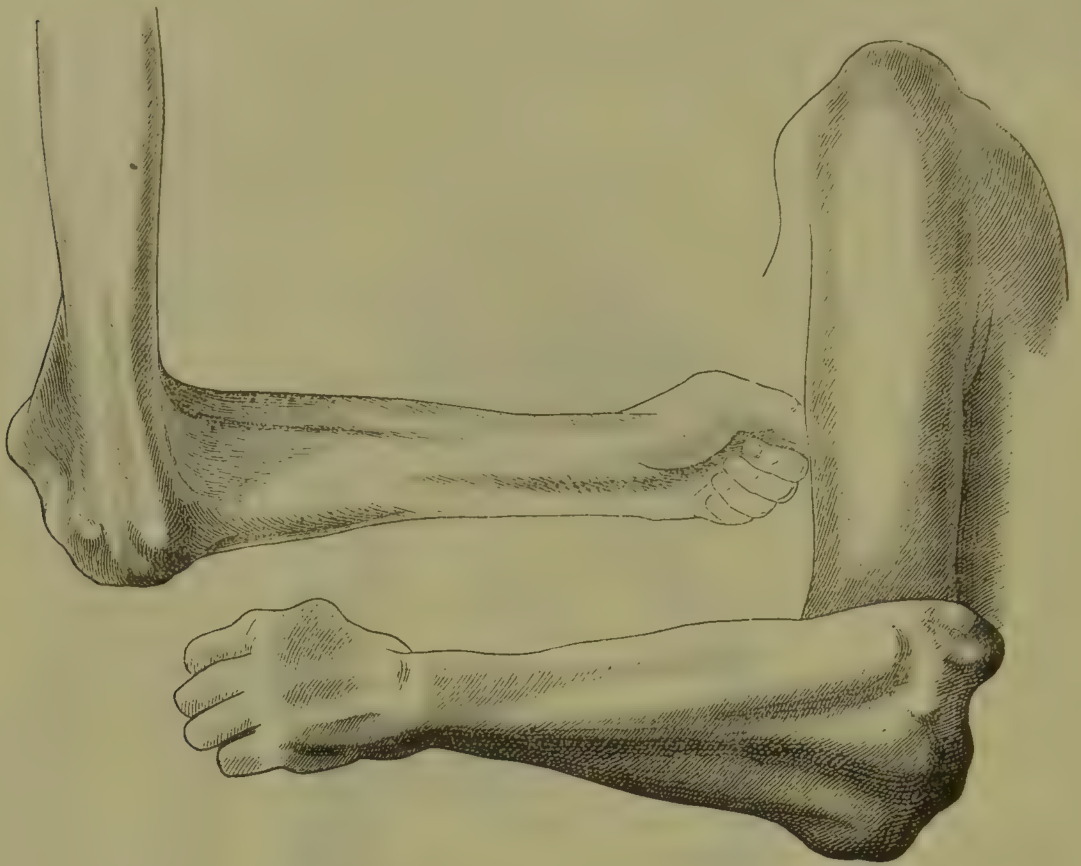


Bruch des Schlüsselbeines mit typischer Dislokation des äusseren Fragmentes nach unten, des inneren etwas nach oben. Nach einer Beobachtung der Tübinger Klinik.

Die Dislokation mit Einkeilung der Bruchenden in einander, welche ausschliesslich an den Gelenkenden der langen Röhrenknochen vorkommt, tritt unter allen Arten von Dislokationen am wenigsten deutlich in die Erscheinung. Denn wenn dieselbe auch nothwendig mit einem gewissen Grade von Verkürzung verbunden ist, so ist letztere doch meistens so gering, dass sie sich selbst durch die Messung nicht immer nachweisen lässt. Da ferner durch die Einkeilung eine bedeutende Fixation der Fragmente bewirkt wird, so fehlen auch fast ausnahmslos die beiden anderen Cardinalsymptome, nämlich abnorme Beweglichkeit und Crepitation. Aus diesen Gründen ist die Diagnose der Einkeilungsfracturen oft eine äusserst schwierige und zuweilen nur auf dem Wege der Ausschliessung mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit zu stellen. Eine Ausnahme hievon machen nur die Einkeilungsfracturen mit gleichzeitiger winkeliger Knickung, wie diejenigen des Schenkelhalses und der untern Epiphyse des Radius. Bei den ersteren tritt hiebei häufig eine Verkleinerung des Winkels zwischen Hals und Diaphyse und somit eine nachweisbare Verkürzung ein, bei den Einkeilungsbrüchen des unteren Endes des Radius ist eine charak-

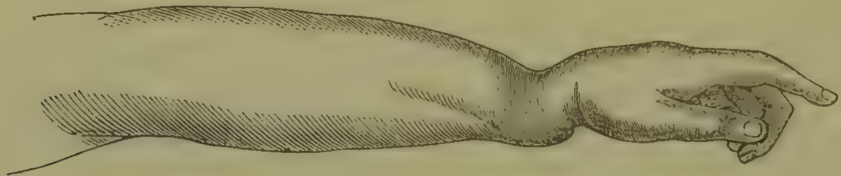
teristische Achsenknickung oberhalb des Handgelenkes zu erkennen, wobei die Spitze des Winkels gegen die Volarfläche gerichtet ist (s. Fig. 82).

Fig. 81.



Veralteter Bruch des äusseren Condyls des Humerus mit Emporsteigen der Vorderarmknochen an der äusseren Seite. Nach einer Beobachtung der Tübinger Klinik.

Fig. 82.



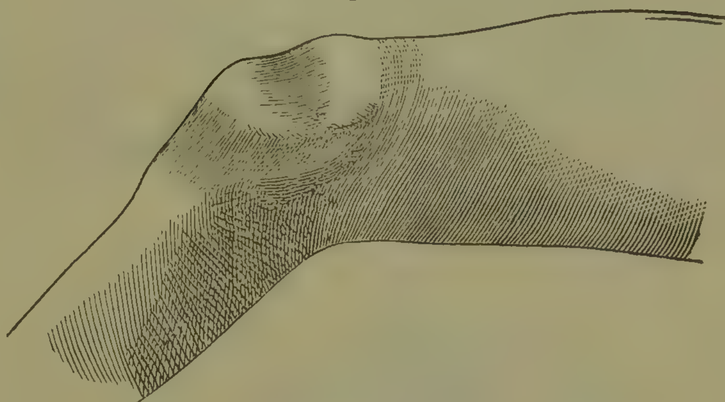
Bruch des unteren Endes des Radius mit Einkeilung und typischer Achsenknickung. Nach einer Beobachtung der Tübinger Klinik.

Die Diastase der Fragmente ist daran zu erkennen, dass ein Zwischenraum zwischen denselben als Furche oder Rinne durch die Weichtheile hindurch gefühlt und zuweilen sogar gesehen werden kann (Fig. 83). Der Zwischenraum ist bald breiter bald schmäler und kann durch willkürliche Contraktion der sich an den Fragmenten inserirenden Muskeln sowie durch gewisse Bewegungen des Gliedes, durch welche die Fragmente distrahirt werden, bedeutend an Breite zunehmen, wie z. B. bei den Brüchen des Olekranon und der Patella durch Beugung im Ellbogen- und Kniegelenke. In manchen, namentlich nicht ganz frischen Fällen, ist der Abstand der Fragmente sogar so gross, dass es nur mit grosser Mühe oder gar nicht gelingt, die Bruchstücke in gegenseitigen Contakt zu bringen. Bei den sehr seltenen Diaphysenfracturen

mit Diastase lässt sich dieselbe an einer Verlängerung des ganzen Gliedes erkennen.

Die Drehung der Fragmente um ihre Längsachse (Disl. ad peripheriam) ist gewöhnlich leicht zu erkennen, da man schon bei der einfachen Inspektion eine Verdrehung des ganzen Gliedes unterhalb der Bruchstelle wahrnimmt. Am häufigsten und ausgesprochensten tritt dieselbe bei den Fracturen an der untern Extremität hervor, namentlich in charakteristischer Weise bei den Schenkelhalsbrüchen. Wie die beistehende Abbildung eines solchen (Fig. 84) erkennen lässt, ist das ganze Bein nach aussen rotirt, die Fussspitze gerade nach aussen gekehrt.

Fig. 83.



Querbruch der Patella mit Diastase der Fragmente. Nach einer Beobachtung der Tübinger Klinik.

Fig. 84.



Schenkelhalsbruch mit Rotation nach aussen und starker Verkürzung. Nach einer Beobachtung der Tübinger Klinik.

§. 114. Erscheinungen von Seiten der äusseren Weichtheile.

An die besprochenen drei Cardinalsymptome der Knochenbrüche reihen sich als objektive Symptome die Erscheinungen von Seiten der äusseren Weichtheile, welche von der Fractur direkt abhängig sind. Ist auch ihr diagnostischer Werth gegenüber den ersteren im Allgemeinen wenig zuverlässig, so ist doch ihre genaue Beachtung in jedem Falle nothwendig und unter schwierigen Umständen für die Diagnose zu verwerthen.

Die Mitverletzungen der Weichtheile, welche äusserlich wahrnehmbar sind, können zunächst in oberflächlichen oder tiefen, penetrirenden oder nicht penetrirenden Hautwunden bestehen. Die einfachen Abschürfungen und nicht penetrirenden Wunden der Haut, welche nur durch direkte äussere Gewalt erzeugt sein können, besitzen keinen diagnostischen Werth. Anders natürlich die penetrirenden Hautwunden, durch welche die Bruchenden zuweilen nach aussen hervorstehen (s. Fig. 85) oder wenigstens in der Tiefe gesehen oder ge-

fühlt werden können. Ja es kann sogar schon die Gegenwart einer Hautwunde an einer Stelle, an welcher nachweislich keine äussere Gewalt eingewirkt hat, für die Diagnose einer Durchstechungsfractur vollkommen ausreichen.

Ferner gehört hieher die Anspiessung der Haut von innen her durch ein spitzes Fragment, wie es am häufigsten bei Schrägbrüchen der Tibia und des oberen Endes des Humerus beobachtet wird. Die Betastung ergibt, dass die Haut einem knöchernen Vor-

Fig. 85.



Durchstechungsfractur beider Unterschenkelknochen mit Hervorstehen der beiden oberen Fragmente. Nach einer Beobachtung der Tübinger Klinik.

sprunge unverschieblich aufsitzt und bei Bewegungen mit dem Gliede trichterförmig eingezogen und vorgewölbt wird (Fig. 86).

In der grossen Mehrzahl der Fälle bestehen jedoch die sichtbaren Veränderungen nur in einer Anschwellung der Weichtheile und Sugillationen der Haut über der Bruchstelle. Wir fassen hier nur diejenige Schwellung in's Auge, welche schon bei der ganz frischen Fractur vorhanden und durch Blutextravasat bedingt ist, während von der bald nach der Verletzung hinzutretenden entzündlichen Schwellung im nächsten Abschnitte die Rede sein wird. Dieses Blutextravasat ist bei jedem Knochenbruch, jedoch in sehr verschiedener Menge und Ausdehnung vorhanden, wie wir bereits an einer früheren Stelle auseinandergesetzt haben (s. S. 134). Demgemäss hängen auch die objektiven Erscheinungen des Extravasates von der grösseren oder geringeren Menge, der umschriebenen oder diffusen Ansammlung und der oberflächlichen oder tiefen Lage des Blutergusses ab. Ein bedeutender Bluterguss in der Umgebung einer oberflächlich gelegenen

Bruchstelle verräth sich sofort dem Auge durch eine auffällige Difformität und Hautverfärbung. Man erkennt eine flache Geschwulst, welche anfangs, so lange das Blut flüssig ist, bei der Palpation sich weich und fluktuirend anfühlt, während sie später nach der Gerinnung des Blutes das Gefühl des Schneeballenknirschens (durch Zerdrücken der Gerinnsel) gibt. Die Haut über dem Blutergusse ist blauroth verfärbt und lässt später mit der fortschreitenden Resorption des Extravasates und Veränderung des Blutfarbstoffes das bekannte Farbenspiel der grünlichen und gelblichen Verfärbung erkennen. Liegt dagegen das von der Bruchstelle stammende Blutextravasat tief in dicke Weichtheil-, namentlich Muskelschichten eingeschlossen, so verräth es sich zunächst nur durch eine entsprechende Volumzunahme des Gliedes, während sich die Verfärbung der Haut erst nach einigen Tagen zu erkennen gibt, wenn das Extravasat sich bis in das subkutane Zellgewebe diffundirt hat.

Fig. 86.



Bruch des chirurgischen Halses des Humerus mit Anspiessung der Haut. Nach einer Beobachtung aus der Tübinger Klinik.

Was nun den diagnostischen Werth des Blutextravasates betrifft, so lässt dasselbe, wenn es gross und für das Auge erkennbar ist, mit grosser Wahrscheinlichkeit auf das Bestehen eines Knochenbruches schliessen. Denn Quetschung und Zerreissung von Fascien, Sehnen, Bändern und Muskeln pflegen kein grosses Extravasat zu liefern, und die Verletzung einer grösseren Arterie und Vene wird fast niemals durch stumpf wirkende Gewalten bewirkt. Ferner können die Sugillationen für die Diagnose indirekter Fracturen verwerthet werden, wenn die Haut daselbst ganz unverletzt ist, die Gewalt also an einer entfernten Stelle eingewirkt hat. Aber auch die direkt von der frakturirenden Gewalt bewirkten Sugillationen, Erosionen und Quetschwunden der Haut geben wenigstens über die Entstehungsweise der Fracturen wichtige Anhaltspunkte, je nachdem sie sich an der Bruchstelle selbst oder entfernt von derselben vorfinden. Auf der andern Seite muss aber auch darauf hingewiesen werden, dass ein grosses prall gespanntes Blutextravasat in der Umgebung der Bruchstelle die Untersuchung derselben bedeutend erschweren kann, so dass vorhandene Dislokationen der Fragmente durch die Palpation nicht aufzufinden sind, bis das Extravasat grösstentheils resorbirt ist.

b) Subjektive Symptome.

Die subjektiven Erscheinungen sind natürlich für die Diagnose von viel geringerer Bedeutung als die objektiven, da sie unbestimmter und allgemeiner Natur sind, und ihre Wahrnehmung von der Individualität des Verletzten beeinflusst wird. Trotzdem sind sie in diagnostisch schwierigen Fällen von zweifellosem Werthe und werden jedenfalls vielfach dazu benützt, um eine vorläufige Wahrscheinlichkeitsdiagnose zu stellen.

Die subjektiven Symptome sind: 1) der Bruchschmerz und 2) die gestörte Funktion.

§. 115. Dass jeder frische Knochenbruch Schmerz verursacht, versteht sich von selbst, ausgenommen etwa bei Personen, deren Sensorium benommen ist (durch Delirien, starke Trunkenheit). Jedoch ist die Art des Schmerzes nicht charakteristisch und von dem durch einfache Contusion des Knochens verursachten Schmerze nicht verschieden. Auch ist ja die Intensität der Schmerzhaftigkeit ausserordentlich verschieden je nach der allgemeinen Sensibilität des Individuums, nach dem Körpertheile, an dem sich der Bruch befindet, sowie nach der Art des Bruches, da der Schmerz vorzugsweise durch die Quetschung, Dehnung und Zerrung des Periostes und der umgebenden Weichtheile von Seiten der mehr oder weniger spitzigen und zackigen Bruchenden und Splitter unterhalten wird. Daher sind denn auch die Schmerzen bald sehr gering und rasch vorübergehend, bald äusserst heftig und anhaltend, wie es ebenso auch bei Contusionen verschiedenen Grades der Fall ist.

Im Allgemeinen haben also spontane oder Druckschmerzen an einer Stelle des Knochens, an welcher eine direkte Gewalt eingewirkt hat, gar keinen diagnostischen Werth, als höchstens den, an denselben sofort die verdächtige Stelle zu erkennen. Anders verhält es sich dagegen bei indirekten Fracturen, bei denen sich in der That zuweilen ein charakteristischer Bruchschmerz nachweisen lässt. Man findet dann bei der Durchtastung des Knochens eine umschriebene, auf die unmittelbare Nachbarschaft der Bruchspalte beschränkte Stelle, welche stets sowohl bei Druck mit den Fingern als bei Bewegungen des Gliedes schmerzhaft ist. Selbst Bewegungen entfernterer Körpertheile, welche durch benachbarte Gelenke auf die Bruchstelle fortgeleitet werden, rufen an derselben constant Schmerzen hervor, wie z. B. der Bruch des Schlüsselbeines sich durch einen fixen Schmerz bei Bewegungen des Armes und der Schulter verräth.

Man ist daher berechtigt, aus einem derartigen fixen Schmerze an einer von der Gewalteinwirkung entfernten Stelle des Knochens mit grosser Wahrscheinlichkeit die Diagnose auf Fractur daselbst zu stellen, und in der That gründen sich in der Praxis sehr viele Fracturdiagnosen auf den umschriebenen Bruchschmerz und die Gegenwart eines Blutextravasates daselbst, während die drei pathognostischen Symptome entweder fehlen oder unberücksichtigt bleiben. Hieher gehört namentlich die Diagnose der Fractur der Fibula und der unteren Epiphyse des Radius, der Infractionen, mancher Fracturen der Rippen u. s. f.

§. 116. Das andere subjektive Zeichen, die Störung oder zeitweise Aufhebung der Funktionsfähigkeit des gebrochenen Gliedes, ist zwar eine sehr häufige aber keineswegs constante Erscheinung. Ihre Ursache liegt zunächst darin, dass die Extremität ihre knöcherne Stütze, die Muskeln ihre festen Insertionspunkte verloren haben, ausserdem wirken aber auch die Schmerzen mit, welche theils durch die Gewalteinwirkung selbst, theils durch Reizung der Weichtheile von Seiten der Bruchenden hervorgerufen werden, so dass wegen der unvermeidlichen Steigerung derselben der Verletzte jede Bewegung ängstlich vermeidet.

Der diagnostische Werth dieses Zeichens erscheint jedoch sofort sehr unzuverlässig, wenn man bedenkt, dass einerseits bei heftigen Contusionen der Weichtheile sowie bei Luxationen die Funktionsstörung gleichfalls einen sehr hohen Grad erreichen kann, und dass andererseits manche Fracturen nur eine geringe Störung der Funktionsfähigkeit im Gefolge haben. Denn natürlich kommt hiebei viel auf die funktionelle Bedeutung des gebrochenen Knochens und die anatomische Beschaffenheit der Fractur an. So kann, wenn nur der eine Knochen an einem zweiknochigen Gliede gebrochen ist, der Gebrauch desselben noch möglich sein. Patienten mit Fractur der Fibula können zuweilen noch gehen, solche mit Fractur der Ulna den Arm gebrauchen und Pro- und Supinationsbewegungen ausführen. Ebenso ist die Funktion wenig gestört bei subperiostalen Fracturen, bei Brüchen gewisser Knochentheile mit Erhaltung des starken fibrösen Ueberzuges, wie der Patella und des Olekranon, sowie endlich bei Brüchen der Gelenkenden mit Einkeilung, bei denen hie und da das Glied fast ungehindert bewegt werden kann. Beispielsweise ist wiederholt beobachtet worden, dass Verletzte mit einem frischen eingekeilten Schenkelhalsbruch sich erheben und herumgehen konnten.

Aus dem Gesagten ergibt sich der Schluss, dass die Funktionsstörung für sich allein niemals zur Fracturdiagnose ausreicht, sondern derselben nur bei Gegenwart sicherer Zeichen eine weitere Stütze zu geben vermag.

Cap. II.

Die Diagnose der Knochenbrüche und ihre Hülfsmittel.

§. 117. Die Untersuchung eines frisch Verletzten, bei welchem der Verdacht auf das Bestehen eines Knochenbruchs vorliegt, hat zur Aufgabe, nicht nur die Gegenwart und den Sitz der Fractur festzustellen, sondern auch die etwa vorhandenen Dislokationen der Fragmente und zufälligen Complikationen zu ermitteln. Der Zweck dieser Untersuchung ist lediglich der, auf Grund ihrer Ergebnisse die Prognose und namentlich die geeigneten therapeutischen Indikationen festzustellen. Sie soll daher im Interesse des Verletzten, soweit jenem Zwecke gedient wird, möglichst genau vorgenommen werden, dagegen ist es nicht gerechtfertigt, zu rein diagnostischen Zwecken gewaltsame Manipulationen auszuführen, welche dem Verletzten irgend welchen Schaden bringen können, sei es dass durch dieselben die Dislokation ver-

mehrt oder eine Einkeilung gelöst wird, sei es dass durch die Bewegungen der Bruchenden die umgebenden Weichtheile verletzt werden. Ueberhaupt ist es selbstverständlich Pflicht des Arztes, die stets schmerzhafte manuelle Untersuchung namentlich mittelst passiver Bewegungsversuche nur dann vorzunehmen, wenn nicht schon die einfache Inspektion zur Diagnose ausreicht, oder erstere wenigstens auf den Zeitpunkt zu verschieben, wo dieselben Manipulationen behufs der Reposition der Fractur doch vorgenommen werden müssen.

Von grösster Wichtigkeit ist es, dass die Untersuchung einen geregelten Gang nimmt, damit kein für die Diagnose wichtiger Punkt übergangen und in Folge dessen dem Kranken unnöthige Schmerzen durch eine wiederholte Untersuchung verursacht werden. Es gilt daher als Regel, zuerst die Anamnese zu erheben, dann die Inspektion vorzunehmen und schliesslich zur manuellen Untersuchung zu schreiten.

In schwierigen Fällen können noch weitere diagnostische Hülfsmittel in Anwendung gezogen werden, nämlich die Chloroform-Narkose, die Mensuration, die Acupunktur und die Percussion der Knochen.

§. 118. Bei der Ermittlung der Anamnese wird in der Regel der Verletzte selbst befragt, jedoch ist man hie und da darauf angewiesen, sich an die Angaben etwaiger Augenzeugen des Unfalles zu halten, wenn nämlich der Verletzte in bewusstlosem oder trunkenem Zustande sich die Verletzung zuzog, so dass er über die Entstehung derselben keine Auskunft zu geben vermag, oder wenn er zur Zeit der Untersuchung sich noch in einem besinnungslosen Zustande befindet, der entweder schon vor dem Unfalle bestand oder erst in Folge gleichzeitiger Gehirnverletzung hinzugetreten ist.

Die ersten Fragen beziehen sich auf die Entstehungsart der Verletzung, ob durch blosse Muskelaktion oder durch direkte oder indirekte äussere Gewalteinwirkung. Bezüglich der Entstehung durch blossen Muskelzug ist zu ermitteln, welche Veranlassung zu einer solchen heftigen Muskelcontraktion vorlag, und ob nicht etwa eine pathologische Prädisposition (vorausgegangene Erkrankung des Knochens, mehrfache frühere Fracturen durch geringfügige Veranlasssung) anzunehmen ist. Bei stattgehabter äusserer Gewalteinwirkung muss man sich über die Art und Intensität derselben erkundigen, ob sie etwa im Stande war, diesen oder jenen Knochen zu brechen, ferner darüber, an welcher Körperstelle und in welcher Richtung die Gewalt eingewirkt hat, und in welcher Stellung sich das betreffende Glied in demselben Momente befand.

Man hat ferner darnach zu fragen, ob bei der Entstehung der Verletzung ein krachendes Geräusch wahrgenommen wurde. Ein solches pflegt zwar stets im Momente der Fractur zu entstehen und sogar zuweilen so laut zu sein, dass es nicht blos von dem Verletzten, sondern auch von Umstehenden wahrgenommen werden kann, trotzdem ist es aber leicht erklärlich, dass das Krachen gewöhnlich nur bei den Fracturen durch blossen Muskelzug gehört wird, während bei den Brüchen durch äussere Gewalteinwirkung die Aufmerksamkeit sowohl des Verletzten als der zufällig Anwesenden durch andere Dinge in

Anspruch genommen ist. Der diagnostische Werth dieser Erscheinung ist somit nicht hoch anzuschlagen, zumal ein ähnliches Krachen auch bei der Ruptur starker Sehnen und Ligamente vorkommt.

Schliesslich erkundigt man sich über die unmittelbaren Folgen der Verletzung: ob und welche Veränderungen an dem verletzten Gliede und dem ganzen Körper wahrnehmbar waren, ob und welche abnormen Empfindungen der Verletzte in demselben hatte, ob und in welcher Weise er das Glied noch zu bewegen und zu gebrauchen im Stande war? Auch ist zu ermitteln, ob spätere Einwirkungen und Veränderungen stattgefunden haben, namentlich bei dem Aufheben, dem Transport und der provisorischen Lagerung, sowie ob bereits Untersuchung und Hülfe von Aerzten oder Laien Statt hatte.

§. 119. Hierauf folgt die genaue Inspektion. Zu diesem Zwecke muss nicht nur die verletzte Extremität oder Körperseite in gehöriger Ausdehnung entkleidet und entblösst werden, sondern unter allen Umständen auch die nicht verletzte Körperseite, da nur die Vergleichung beider Körperseiten eine richtige Erkenntniss der vorhandenen Formveränderungen gestattet. Wo der Vergleich fehlt, wie bei gleichzeitiger Fractur zweier paariger Knochen (z. B. bei Brüchen beider Ober- oder Unterschenkel), kann namentlich der vorhandene Grad der Verkürzung schwer oder gar nicht genauer bestimmt werden. Es versteht sich ferner von selbst, dass bei der Vergleichung nur Derjenige die feineren Differenzen erkennt, dessen Auge geübt ist und der auf's genaueste mit den normalen Contouren der Körpertheile vertraut ist, so dass das Studium derselben nicht genug empfohlen werden kann. Endlich ist die Vergleichung auch nur dann möglich, wenn man vorher der verletzten und gesunden Extremität genau dieselbe Lage gegeben hat. Bei der Untersuchung der obern Extremität müssen die Schulterhöhen gleichen Stand haben, die Ellbogen vom Thorax gleich weit entfernt sein, die Vorderarme und Hände in die gleiche Pro- oder Supinationsstellung gebracht werden. Bei der Untersuchung der untern Extremität muss vor Allem das Becken die normale Stellung innehaben. Während nämlich der Patient horizontal auf dem Rücken liegt, muss das Becken so stehen, dass eine durch die beiden Spinae anter. sup. gezogene Linie sich mit der Medianlinie des Körpers senkrecht schneidet. Die beiden Beine werden möglichst geschlossen in gestreckter Stellung dicht neben einander gelegt.

Man hat nun bei der Inspektion jede Formveränderung genau in's Auge zu fassen: die Veränderung des Volumens mit Vermehrung des Breiten- oder Dickendurchmessers oder beider zugleich, Verlängerung oder Verkürzung des Gliedes, abnorme Krümmung oder Knickung, perverse Rotationsstellung, stärkeres oder schwächeres Hervortreten der normalen Knochenvorsprünge oder veränderte Lage derselben zu einander, endlich etwaige abnorme Vorsprünge oder Vertiefungen, welche die normalen Contouren unterbrechen.

Namentlich ist es die Ermittlung einer vorhandenen Verkürzung und die Bestimmung des Grades derselben, welche bei der Untersuchung der untern Extremität mit besonderer Genauigkeit angestellt werden muss. In der Regel genügt es, den Stand der Kniescheiben, der Knöchel und der Fusssohlen auf beiden Seiten sorgfältig zu vergleichen, um bei

einiger Uebung ein zuverlässiges Urtheil abgeben zu können. In sehr einfacher Weise lässt sich die Untersuchung auf Verkürzung auch in folgender Weise anstellen: nachdem das Becken gerade gestellt und die Beine parallel neben einander gelegt sind, wird gegen die aufgerichtete Fusssohle des gesunden Beines ein Brett gehalten und dessen Abstand von der Fusssohle des verletzten Beines gemessen. Noch genauere Resultate gibt die Messung mit einem besonderen Messinstrumente (s. u. §. 122). Jedoch kommen allerdings besondere Umstände vor, unter denen die Vergleichung der Längenverhältnisse ausserordentlich erschwert ist, wenn nämlich die beiden Extremitäten nicht in vollkommen gleiche Stellung gebracht werden können, wie es hie und da bei winkeligen Ankylosen und Contrakturen der Gelenke der Fall ist. Auch können dadurch Täuschungen sich ergeben, dass vielleicht eine Verschiedenheit im Wachsthum vorliegt, wie z. B. eine Verkürzung im Gefolge einseitiger essentieller Lähmung oder eine Verlängerung in Folge von Necrose in der Jugend, oder dadurch, dass bereits früher eine Fractur der einen oder andern Extremität bestanden hatte, die mit Verkürzung geheilt ist.

In gleicher Weise sind bei der Inspektion auch die Veränderungen der Haut und Weichtheile zu berücksichtigen, und zwar nicht blos in unmittelbarer Nähe der muthmasslichen Bruchstelle, sondern auch an entfernteren Stellen desselben Gliedes und an anderen Körpertheilen. Die Bruchstelle verräth sich häufig durch Anschwellung der Weichtheile in Folge des Blutergusses und durch Sugillationen. Findet man an der Bruchstelle oder entfernt von derselben Verfärbungen, Abschürfungen, Ekchymosen oder Wunden der Haut und berücksichtigt man ihre Beschaffenheit und ihren Sitz, so lässt sich häufig die Diagnose der direkten oder indirekten Entstehungsweise der Fractur mit Sicherheit stellen, und zuweilen auch ein Einblick in den Mechanismus der Entstehungsweise der Fractur gewinnen. Dass aber letzteres von grossem diagnostischem Werthe ist, ergibt sich aus unseren früheren Auseinandersetzungen von selbst, da ja aus dem Mechanismus der Fractur sofort ein Rückschluss auf die eigenthümliche Art desselben, ob Biegungs- oder Torsions- oder Compressionsbruch u. s. f. gemacht werden kann. Ist gar eine penetrirende Wunde vorhanden, so kann die Bruchstelle in der Tiefe derselben direkt gesehen und gefühlt werden, und bei Durchstechungsfracturen steht das eine Bruchende hie und da nackt aus der Wunde hervor.

In unmittelbarem Anschluss an die einfache Besichtigung kann man den Verletzten auffordern, aktive Bewegungen mit dem gebrochenen Gliede auszuführen, um zunächst den Grad der Funktionsstörung zu erkennen, ob dieselbe nämlich nur beschränkt oder ganz aufgehoben ist. Ferner ergibt sich hiebei, ob die Bewegungsversuche Schmerzen an einer umschriebenen Stelle verursachen und ob sie vielleicht abnorme Beweglichkeit und Difformität erkennen lassen. Lässt man z. B. bei einem Bruch beider Vorderarm- oder Unterschenkelknochen den Versuch machen, den Arm oder das Bein ohne Unterstützung frei auszustrecken, so gibt sich bei einiger Mobilität der Fragmente sofort eine winkelförmige Knickung der Achse zu erkennen, da der unterhalb der Bruchstelle gelegene Abschnitt des Gliedes seiner Schwere nach herabsinkt.

§. 120. Auf diese Weise lässt sich recht oft die Diagnose der Fractur durch einfache Inspektion mit voller Sicherheit stellen. Man hat dann keinen Grund, den Kranken durch Ermittlung sämmtlicher klassischer Fracturzeichen unnöthige Schmerzen zu machen. Lässt jedoch die blosse Besichtigung Zweifel bestehen, so schreitet man zu der manuellen Untersuchung, die durchaus vorsichtig und planmässig vorgenommen und auf das kürzeste Maass beschränkt werden soll.

Man beginnt mit der Palpation der muthmasslichen Bruchstelle. Ist keine sichtbare Difformität vorhanden, so verräth sich der Sitz derselben, wenigstens bei oberflächlich gelegenen Knochen dadurch, dass bei der Betastung einer den Knochen quer oder schräg durchsetzenden Linie Schmerzen geklagt werden (der „quere Bruchschmerz“ Hueter's), während dicht ober- und unterhalb derselben keine Druckempfindlichkeit besteht. Oder der Patient empfindet Schmerzen an einer bestimmten Stelle, wenn man in grösserer oder geringerer Entfernung von derselben mit den Fingern senkrecht auf die Längsachse des Knochens (namentlich der Fibula und Ulna) drückt. Zuweilen gelingt es auch sofort bei oberflächlichen Knochentheilen, wie z. B. der Crista der Tibia, an der Stelle des Bruchschmerzes einen kleinen Absatz oder eine Spalte zu fühlen, in welche man mit dem Fingernagel die Weichtheile etwas eindrücken kann.

Ist dagegen eine sichtbare Difformität vorhanden, so hat die Palpation zu ermitteln, ob dieselbe durch Extravasat oder Dislokation der Fragmente bewirkt wird. Das Extravasat erkennt man an der fluktuirenden Beschaffenheit der Anschwellung oder an dem eigenthümlichen Crepitationsgeräusch („Schneeballenknirschen“) und hat dann seine Menge und Ausdehnung näher zu bestimmen. Handelt es sich um dislocirte Fragmente, so sucht man bei den Extremitätenknochen von beiden Gelenkenden her die Bruchstücke zu verfolgen und sich durch genaues Zufühlen über die gegenseitige Lage und die Zahl der Fragmente, sowie über den Verlauf der Bruchlinie möglichst zu orientiren. Namentlich bei den Brüchen an den Gelenkenden, deren Diagnose im Allgemeinen zu den schwereren gehört, ist man darauf angewiesen, die fühlbaren Knochenkanten und Knochenvorsprünge, sowohl die normalen als die abnormen, sorgfältig zu durchtasten und ihre gegenseitige Lage zu vergleichen. Handelt es sich beispielsweise um eine Fractur des untern Gelenkendes des Humerus, so wissen wir, dass unter normalen Verhältnissen die Vorsprünge des Epicondylus und der Epitrochlea in demselben Niveau mit der Spitze des Olekranon liegen, während sich bei jener Fractur der eine oder beide abgebrochenen Condylen gewöhnlich in die Höhe gerückt finden. Nehmen wir ferner als Beispiel den Bruch des Schenkelhalses, so bestimmt man durch die Palpation die Lage des grossen Trochanters: unter normalen Verhältnissen befindet sich seine Spitze in einer von der Spina ant. sup. zum Tuber ischii gezogenen Linie (Roser-Nélaton'sche Linie), während sie beim Schenkelhalsbruch gewöhnlich mehr oder weniger weit oberhalb jener Linie angetroffen wird.

Ergibt auch die Durchtastung kein sicheres Resultat, so schreitet man zu passiven Bewegungsversuchen, um abnorme Beweglichkeit und Crepitation zu ermitteln. Es geschieht diess in der Weise, wie

bereits oben geschildert wurde (§§. 111 und 112). Beide Zeichen sind, wie wir gesehen haben, von absoluter Sicherheit, fehlen aber bei manchen Arten von Brüchen ganz.

In solchen zweifelhaften Fällen, in denen keines der drei Cardinalzeichen vorhanden ist, ist man trotzdem berechtigt, aus dem vorhandenen charakteristischen Bruchschmerze und etwa einem gleichzeitigen Blutextravasate mit Wahrscheinlichkeit einen Bruch anzunehmen, falls auch die Art der Gewalteinwirkung u. s. f. hiefür spricht. Jedenfalls aber gilt für die Diagnose zweifelhafter Fälle in der Praxis die Regel, bei unsicheren Erscheinungen im Interesse des Kranken eher einen Bruch anzunehmen als auszuschliessen. Denn ein Bruch, der nicht als solcher erkannt und behandelt worden ist, kann die schwerste bleibende Funktionsstörung im Gefolge haben, während eine als Fractur behandelte Contusion oder Distorsion desshalb nicht schlechter heilt.

§. 121. Für die Untersuchung schwieriger Fälle stehen übrigens noch besondere diagnostische Hülfsmittel zu Gebote.

Unter denselben besitzt unbedingt die Anwendung der Narkose die grösste praktische Bedeutung. Denn sie erleichtert durch die Schmerzlosigkeit und vollständige Erschlaffung der Muskeln die Untersuchung ungemein. Namentlich bei Kindern ist die Narkose oft geradezu unentbehrlich und verdient jedenfalls in allen solchen Fällen angewendet zu werden, in denen dieselbe Narkose zugleich zur Vornahme schwieriger therapeutischer Manipulationen dient. So z. B. bei einer Fractur des Oberschenkels mit bedeutender Verkürzung, bei welcher die Reposition nur mittelst starker Extension gelingt, und sofort bei fortdauernder Extension der Verband angelegt werden soll.

Dagegen halte ich es nicht für gerechtfertigt, die Narkose zu rein diagnostischen Zwecken ganz allgemein zu empfehlen, wie es vielfach geschieht, „sobald die Diagnose nicht sofort mit Bestimmtheit gestellt werden kann“. Denn zweifellos wird die grosse Mehrzahl der Fracturen ohne Hülfe der Narkose diagnosticirt und reponirt, und es ist wohl zu bedenken, dass in dem Excitationsstadium der Narkose häufig, bei Potatoren sogar unausbleiblich, heftige Muskelzuckungen sich einstellen, welche eine weitere Verletzung der Weichtheile durch die Bruchenden befürchten lassen.

§. 122. Ein anderes diagnostisches Hülfsmittel ist die Mensuration behufs genauer Bestimmung von Differenzen im Umfange und besonders in der Länge des gebrochenen Gliedes.

Ueber ihren praktischen Werth werden vielfach sehr abfällige Urtheile abgegeben: Gurlt erklärt die Mensuration für sehr überflüssig, da sie keine genaueren und zuverlässigeren Resultate gebe, als ein geübtes Auge bei der einfachen Inspektion erhalte, und Hueter geht sogar so weit, dass er die Resultate der Inspektion für genauer hält, da die Fehlergrenzen bei der Mensuration bis zu 2 cm betrügen. Als Gründe für die Unzuverlässigkeit der Messung von Längendifferenzen wird einmal der Umstand angegeben, dass die zum Messen benützten Punkte keine geometrischen sind, sondern einige Flächenausdehnung besitzen, sodann das Hinderniss, welches durch die Anschwellung der Bruchstelle für die vergleichende Messung mit dem Bandmaasse erwächst.

Ich muss jedoch diesem abfälligen Urtheile entschieden widersprechen und behaupte, dass bei geeigneter Auswahl der Messpunkte und Messinstrumente und sorgfältiger Vornahme der Messung die Ergebnisse für unsere Zwecke hinreichend exakt und jedenfalls ungleich zuverlässiger als die der einfachen Schätzung sind. Durch wiederholte Controlmessungen kann man sich leicht davon überzeugen, dass die Fehler bei einiger Uebung nicht mehr als ½ cm betragen.

Eine solche Genauigkeit ist allerdings niemals bei der Benützung des gewöhnlichen Bandmaasses zu erwarten, da hiebei eine vorhandene Anschwellung der Weichtheile von Einfluss auf das Längenmaass sein muss, vielmehr bedient man sich am besten eines metallenen Massstabes mit verschiebbarem Zeiger, wie er in Fig. 88 abgebildet ist. Auf die beiden Messpunkte werden die Daumen quer aufgesetzt und dann von einem Gehülfen die Zeiger mit ihrer Conkavität gegen den Daumennagel leicht angedrückt. Bei der Messung einer Verkürzung der untern Extremität kann man sich auch des Fig. 87 abgebildeten Messinstrumentes bedienen, das ähnlich dem Coxankylometer von Volkmann ist und gleichzeitig die Beckenstellung controlirt. Der horizontale Arm aus einem dünnen biegsamen Metallstreifen wird so angelegt, dass er die beiden Spinae oss. il. antt. supp. geradlinig verbindet, ohne durch die Rundung des Bauches verhindert zu sein. Der andere vertikale Arm, welcher aus einem runden Metallstabe besteht, steigt, so-

Fig. 87.



Messinstrument für die untere Extremität.

Fig. 88.



Massstab aus Messing.

bald das Becken horizontal steht, genau in der Längsachse des Körpers zwischen beiden Unterextremitäten herab. An diesem Stabe sind zwei Zeiger verschieblich angebracht, welche im Niveau zweier correspondirender Punkte beider Beine, etwa entsprechend der Spitze des Malleolus int., festgestellt werden. Der Abstand beider Zeiger drückt die Längendifferenz der beiden Extremitäten aus, welche dann mittelst des Bandmaasses in Zahlen ausgedrückt werden kann.

Was die geeignete Auswahl der Messpunkte betrifft, so kann man ausser den spitz hervorragenden Knochenfortsätzen mit Vortheil diejenigen Gelenklinien benützen, welche als deutliche quere Furchen zu fühlen sind. An der oberen Extremität sind namentlich das Acromion, der Epicondylus, die Epitrochlea, die Spitze des Proc. styloid. der Ulna zu nennen, ausserdem die Gelenklinie zwischen dem Capitul. radii und dem äusseren Condyl des Humerus. Auch die Länge der Clavicula kann zwischen dem Sterno- und Acromio-Claviculargelenk ganz exakt gemessen werden. Bei der Messung an der untern Extremität benützt man die Spina oss. il. ant. sup., die Spitze der Malleolen, weniger gut die Spitze des Trochanter major. Dagegen ist die Linea interarticularis des Kniegelenkes an der äusseren und inneren Seite mit dem Fingernagel scharf zu markiren. Selbstverständlich muss man bei den etwas flächenhaften Messpunkten den Fingernagel beiderseits in ganz gleicher Weise auf die höchste Wölbung oder die Spitze derselben aufsetzen, was durch einige Uebung leicht zu erlernen ist.

§. 123. Von ziemlich geringem praktischem Werthe ist ferner das Hülfsmittel der Acupunktur (Akidopeirastik Middeldorpf), welches in dem Einstechen langer feiner Nadeln bis auf die Bruchstelle besteht.

Gewiss wird es selten einmal gelingen, eine sonst nicht zu ermittelnde Fractur dadurch nachzuweisen, dass man mit der Nadelspitze gerade in die Bruchspalte eindringt. Noch weniger aber kann man erwarten, mit der Nadelspitze wichtige Aufklärungen über die Art des Bruches zu erlangen.

Dagegen ist die Acupunktur hie und da von Nutzen, um bei einer tiefliegenden derben Anschwellung zu unterscheiden, ob dieselbe etwa durch ein Extravasat mit festen Gerinnseln oder durch einen dislocirten Knochentheil gebildet wird, und ob letzterer an seiner Oberfläche aus harter Rinde oder spongiöser Substanz besteht.

§. 124. Endlich ist neuerdings noch die Percussion der Knochen (Lücke [1]) und zwar theils für sich, theils in Verbindung mit der Auskultation (Osteophonie Hueter [2]) zu den diagnostischen Hülfsmitteln hinzugefügt worden.

Lücke hat dieselbe zunächst dazu empfohlen, um das Vorhandensein und den Verlauf von Fissuren namentlich am Schädel durch die Schmerzhaftigkeit, welche der Patient angibt, genau zu ermitteln. Im Uebrigen ist die Percussion jedoch wohl kaum im Stande, Etwas zu ermitteln, was nicht auch schon durch die Inspektion und manuelle Untersuchung aufzufinden ist. Denn die direkte Percussion kann nur

---

1) Archiv für klinische Chirurgie Bd. 21, S. 338.
2) C. Hueter, Grundriss der Chirurgie I. Thl. Leipzig 1880, S. 89.

bei dicht unter der Haut gelegenen Fragmenten stattfinden, welche auch leicht zu palpiren sind, und überdiess wird sie gewöhnlich durch den Bluterguss unmöglich gemacht. Auch ist die Schallleitung eines gebrochenen Knochens nicht wesentlich verändert, sobald sich die beiden Bruchflächen berühren; ist dagegen bei starker seitlicher Dislokation der Fragmente die Berührung aufgehoben, so fehlt natürlich auch die Schallleitung, jedoch lässt sich jene Dislokation schon durch Inspektion und Palpation erkennen. Hueter selbst erkennt daher der Osteophonie nur in denjenigen Fällen eine werthvolle Bedeutung zu, in denen eine Interposition von Weichtheilen zwischen die wenig dislocirten Bruchenden besteht: sie ergibt dann eine bedeutende Abschwächung oder selbst vollständige Aufhebung der Schallleitung.

Die Technik dieser Untersuchung ist die, dass man beispielsweise bei einer Fractur der Diaphyse des Femur das Osteophon auf den Trochanter major aufsetzt und mit dem Percussionshammer von Lücke (dünner Fischbeingriff mit eichelförmiger Hartgummispitze) das untere Gelenkende des Femur perkutirt.

Vierter Abschnitt.

Verlauf der Knochenbrüche im Allgemeinen.

Vermöge der ausserordentlichen Regenerationsfähigkeit des Knochengewebes bei Verletzungen aller Art gestaltet sich der Verlauf der Knochenbrüche in der Regel in der Art, dass die Wiederherstellung des gebrochenen Knochens in sehr vollkommener Weise erfolgt: nach vollendeter Heilung pflegt der Knochen seine volle Festigkeit und Funktionsfähigkeit wieder zu erlangen und falls keine Verschiebung der Bruchenden vorhanden war, wird auch die äussere Form desselben in sehr vollständiger Weise wieder hergestellt, hie und da sogar in dem Grade, dass selbst bei der anatomischen Untersuchung die Bruchstelle kaum mehr zu erkennen ist.

Unsere Aufgabe in dem vorliegenden Abschnitte ist es, die Vorgänge bei dem gewöhnlichen Verlaufe der Fracturheilung im Einzelnen zu schildern, indem wir zuerst den Heilungsprocess selbst, dann die während der Heilung äusserlich wahrnehmbaren Erscheinungen, sowie die Dauer des Heilungsverlaufes betrachten.

Dagegen bleibt es einem späteren Abschnitte vorbehalten, die besonderen selteneren Complikationen und Störungen, welche während des Heilungsverlaufes eintreten oder nach der Heilung zurückbleiben können, zu besprechen.

§. 125. Der erstere Gegenstand, der **Heilungsprocess** der Knochenbrüche, ist der wichtigste und umfangreichste.

Man pflegt seit jeher — nach Analogie der Heilung der Weichtheilwunden — eine doppelte Art der Fracturheilung zu unterscheiden, nämlich die Heilung per primam und die per secundam intentionem.

Die Heilung per primam ist die gewöhnliche und erfolgt stets bei den subkutanen Fracturen, bei denen während der ganzen Dauer der Heilung kein Luftzutritt zu der Bruchstelle stattfindet.

Die Heilung per secundam intentionem tritt bei den complicirten Brüchen ein, bei denen die Luft durch eine vorhandene Trennung der bedeckenden Weichtheile freien Zutritt zur Bruchstelle besitzt.

Wir werden jedoch bei der folgenden Auseinandersetzung ersehen, dass, wenn auch die äusseren Erscheinungen während der Heilung in jenen beiden Fällen meist sehr von einander abweichen, doch die Vorgänge, welche zur Wiedervereinigung der Bruchenden vor sich gehen, im Wesentlichen dieselben sind. In beiden Fällen beruhen diese Vorgänge auf der Bildung einer anfangs weichen Zwischensub-

stanz, welche später verknöchert und schliesslich von dem normalen Knochengewebe sich in Nichts unterscheidet: des sog. Callus.

Der Heilungsprocess der Knochenbrüche fällt somit wenigstens in der Hauptsache mit der Bildung und weiteren Umbildung des Callus zusammen, wie wir sie im Folgenden zu schildern haben.

Bekanntlich hat die Callusbildung zu allen Zeiten wie vielleicht keine andere Frage das Interesse der Anatomen und Chirurgen in Anspruch genommen und eine kaum übersehbare Reihe der namhaftesten Bearbeiter gefunden, welche diese Lehre durch anatomische, klinische und experimentelle Studien gefördert haben. Im Laufe der Zeiten haben freilich die Anschauungen hierüber mannigfache Wandlungen erfahren, so dass die Anzahl der über die Callusbildung aufgestellten Theorieen eine recht grosse ist. Ist nun auch heut zu Tage namentlich durch zahllose Thierexperimente und sorgfältige mikroskopische Untersuchungen unsere Kenntniss der Callusbildung nach einzelnen Seiten hin als abgeschlossen zu betrachten, so sind doch manche der wichtigsten Fragen, wie namentlich betreffs der Herkunft des Callus, noch Gegenstand der Controverse und gerade in neuester Zeit wieder im Zusammenhange mit der ganzen Frage des normalen Knochenwachsthums auf die Tagesordnung gesetzt worden.

Es ist von Interesse, zunächst einen kurzen Rückblick auf die im Laufe der Zeiten herrschend gewesenen Anschauungen über die Callusbildung und auf ihre namhaftesten Vertreter zu werfen.

Cap. I.

Geschichte der Lehre von der Callusbildung.

Die historische Entwicklung der Lehre von der Callusbildung lässt sich in vier Perioden zusammenfassen, von denen jede ihre Signatur durch eine neu auftretende epochemachende Doktrin erhält.

§. 126. Die erste Periode reicht vom Alterthum bis gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts, von der Zeit Galen's bis zu der von Duhamel.

Die allgemein herrschende Ansicht über die Callusbildung während dieses langen Zeitraumes war lediglich die von Galen überlieferte. Es sollten die Bruchenden durch einen besonderen Saft, welcher aus dem Nahrungssafte des gebrochenen Knochens stamme, wie durch Leim vereinigt werden; dieses Bindemittel verhärte allmälig, ohne jedoch wirkliche Knochensubstanz zu werden.

Fast alle Autoren dieser Periode sind nur als Commentatoren Galen's zu betrachten, welche sich entsprechend den geringen Fortschritten in der anatomischen Kenntniss des Knochenbaues nicht über jenen Standpunkt zu erheben vermochten. Selbst noch Cl. Havers hielt trotz seiner Entdeckungen auf dem Gebiete der Textur der Knochen, welche seinen Namen unsterblich gemacht haben, an der Entstehung des Callus aus dem „Succus ossificus“ fest.

Erst gegen das Ende dieser Periode erhob sich Widerspruch von

einzelnen Seiten, namentlich gegen die anorganische Natur des Callus. Zuerst war es A. de Heyde (1686) — der Erste, welcher Versuche an Thieren (Fröschen) zum Studium der Callusbildung angestellt hat, — und später van Swieten, welche den Nachweis lieferten, dass die Vereinigung der Bruchenden durch organischen knöchernen Wiederersatz erfolge. Ersterer stellte zugleich die Ansicht auf, dass der Callus durch Organisation und Verknöcherung des extravasirten Blutes entstehe.

Auch die Lehre von J. L. Petit bezeichnete einen Fortschritt gegenüber der herrschenden Anschauung, indem er die Fracturheilung mit der Narbenbildung in den Weichtheilen in Analogie setzte und lehrte, der Callus sei wirkliche Knochensubstanz und entstehe durch Erguss von Lymphe aus den Bruchenden, welche gerinne und verknöchere.

§. 127. Die zweite Periode (1740—1820) beginnt mit dem Auftreten der durch zahlreiche Thierexperimente gestützten Lehre von Duhamel, welcher als der eigentliche Begründer der experimentellen Untersuchung der Callusbildung zu betrachten ist. Die Signatur dieser Periode ist der Streit für und wider die Lehre von Duhamel, welche gegen das Ende derselben wieder ganz in den Hintergrund gedrängt ist.

Der wesentliche Inhalt der Lehre Duhamel's ist der, dass der Callus nicht aus einem besonderen Safte, sondern durch Knochenbildung von Seiten des Periostes sowie der Markhaut (Periosteum internum) entstehe. Er beobachtete, dass nach der Entstehung der Fractur das zerrissene Periost und die Markhaut an der Bruchstelle anschwellen, wieder zusammenwachsen und sich zunächst in Knorpel und dann in Knochen umwandeln. Durch schichtweise Verknöcherung von innen nach aussen entsteht so ein knöcherner Ring um die Fragmente.

Duhamel erkannte also zuerst die knochenbildende Fähigkeit des Periostes und verlegte diese ganz richtig in die tiefsten Schichten desselben, wenn er auch in seiner letzten Arbeit nicht das eigentliche Periost, sondern eine besondere zwischen Knochen und Periost befindliche Substanz, die er mit dem Cambium verglich, als Matrix der Knochenneubildung ansah. Zum Beweise stellte er zuerst einen später häufig wiederholten Versuch an, indem er einen Defekt in der Oberfläche des Knochens anlegte und beobachtete, wie das geschwellte Periost in die Oeffnung hineindringt und sich in Knorpel und dann in Knochen umbildet.

Auch die Uebereinstimmung der Callusbildung mit den Vorgängen bei dem normalen Knochenwachsthum suchte er durch seine klassischen Untersuchungen über letzteres darzuthun, indem er die in unseren Tagen wieder so häufig wiederholten Versuche mit der Krappfütterung, dem Einschlagen von Nägeln und dem Umlegen eines Silberdrahtes um den wachsenden Knochen anstellte, die allerdings zum Theil erst später durch Flourens ihre richtige Interpretation finden sollten.

Die Theorie Duhamel's, von den herrschenden Anschauungen allzu weit entfernt, fand zunächst nur wenige Anhänger in Fougeroux, Bertin, Schwencke, Marrigues, dagegen von allen Seiten entschiedene Widersacher. Ihre Gegner sondern sich in drei Lager, welche der Duhamel'schen Lehre wieder verschiedene Theorieen gegenüberstellten.

Die eine Gruppe, welche den lebhaftesten Streit führte, war vertreten durch Böhmer, A. v. Haller und dessen Prosektor Detleef, welcher sich gleichfalls auf Experimente an Thieren stützte. Sie läugneten vollständig die knochenbildende Thätigkeit des Periostes und stellten sich wieder ganz auf den Boden der alten Galen'schen Theorie von dem Succus ossificus, welcher aus den Gefässen der Bruchflächen und besonders aus dem Knochenmarke sich um die Bruchenden ergiesse, zuerst eine leim- oder gallertartige Consistenz annehme, dann knorplig werde und verknöchere. Es ist gewiss auffallend, dass sogar noch A. v. Haller (ebenso wie Louis) den Callus für ein anorganisches Concrement erklärte, weil er keine Faserstruktur, sondern ein zelliges und schwammiges Gefüge zeige. Auch Troja, Camper, Blumenbach, Koeler, Böttcher liessen den Callus aus einer Gallerte hervorgehen, welche aus den Gefässen der Bruchflächen oder des Periostes stamme, wenn sie auch im Uebrigen in ihren Meinungen ziemlich weit auseinandergingen.

Die zweite Gruppe von Autoren, welche gleichfalls die Ossifikation von Seiten des Periostes verwarfen, liess, wie schon früher A. de Heyde, den Callus aus dem an der Bruchstelle extravasirten Blute entstehen, welches sich organisire und verknöchere. Diese Ansicht vertrat J. Hunter, Macdonald, Howship und Meckel. J. Hunter gelangte ausserdem bei seinen Experimenten über das normale Knochenwachsthum zu der Theorie der „modellirenden Resorption“, indem er die Bildung und Erweiterung des Markkanales auf Resorption der inneren Knochenschichten zurückführte, während Duhamel eine Expansion des Knochens angenommen hatte.

Eine dritte Reihe von Forschern betrachtete die Callusbildung nach Analogie der Narbenbildung in den Weichtheilen. Sie entstehe nicht durch Ossifikation von Seiten des Periostes, sondern durch die aus den Bruchflächen hervorsprossenden Granulationen, welche von beiden Seiten her mit einander verwachsen und verknöchern. Diese Lehre, welche von Bordenave, Bonn, van Heckeren, Bichat, Scarpa, Léveillé, Richerand, Larrey vertheidigt wurde, gewann bald allgemeinen Anklang und wurde, namentlich durch die Autorität Bichat's gestützt, die herrschende Ansicht jener Zeit.

„Ueberall,“ schrieb Larrey am Ende dieser Periode (1818), „in den Schulen und in den Kliniken ist man von den Irrthümern Duhamel's zurückgekommen.“

§. 128. Die dritte Periode beginnt mit Dupuytren, welcher die beinahe in Vergessenheit gerathene Lehre Duhamel's von Neuem wieder aufnahm und erweiterte.

Nach Dupuytren nehmen an der Callusbildung nicht nur das Periost und die Markmembran, sondern auch die Bruchflächen des Knochens und zuweilen die umgebenden Weichtheile, wie Zellgewebe, Muskeln, Ligamente u. s. w. Theil. Zugleich stellte er die Lehre von der Bildung zweier Arten von Callus auf, des provisorischen und des definitiven. Der provisorische Callus bildet sich innerhalb der ersten 30—40 Tage aus dem Periost und der Markhaut, indem er theils in Form einer Kapsel die Bruchenden einschliesst, theils in Form eines Pfropfes den Markkanal verstopft, während zu dieser Zeit die Bruch-

enden noch nicht direkt mit einander vereinigt sind. Der definitive Callus dagegen beginnt erst nach 3—4 Monaten unmittelbar zwischen den Bruchflächen sich zu entwickeln und ist nach 8—10 Monaten vollkommen ausgebildet; während dieser Zeit erleidet der provisorische Callus eine fortschreitende Resorption, wodurch die Continuität des Markkanales wieder hergestellt und die äussere Callusmasse in ihrem Volum vermindert wird.

Diese Dupuytren'sche Lehre fand rasch Eingang und wurde bis in die neuere Zeit von den meisten Autoren angenommen, wenn sie auch im Einzelnen in verschiedener Weise variirt wurde.

Breschet und Villermé kamen durch ihre gemeinschaftlich unternommenen Versuche fast zu denselben Resultaten, und Breschet führte zuerst die Bezeichnung Substantia intermedia für denjenigen Theil des Callus ein, welcher die Bruchflächen unmittelbar verbindet und nach der Verknöcherung den definitiven Callus bildet, indem er die Entstehung desselben von der Markmembran ausgehen liess.

Meding unterschied eine zeitige und spätere Ossifikation: die erstere (der provisorische Callus Dupuytren's) entstehe durch Umwandlung der vom Periost, der Markhaut und den umgebenden Weichtheilen stammenden plastischen Lymphe, während die spätere Ossifikation in der die Bruchflächen selbst verklebenden Substanz auftritt und den permanenten Callus bildet.

Ebenso unterschied H. J. Weber einen vorübergehenden und bleibenden Callus. Der vorübergehende bilde sich aus dem Erguss von plastischer Lymphe, welche von dem entzündeten Periost. der Markhaut und dem umgebenden Zellgewebe im ganzen Umfang der Fractur ergossen werde, der bleibende Callus entstehe durch Umwandlung der von dem zunächst gelegenen Zellgewebe zwischen die Bruchränder ergossenen Lymphe.

Miescher nahm einen frühen und späteren Callus an, indem er den ersteren durch eine exsudative Entzündung aller verletzten Theile, den späteren knöchernen Callus aus einem vom Knochen ausgehenden Exsudat entstehen liess.

B. Cooper leitete gleichfalls den Callus von der aus dem Knochen und den umgebenden Geweben ergossenen plastischen Lymphe ab und unterschied den von den äusseren Weichtheilen gebildeten knorpligen Callus, welcher schliesslich resorbirt wird, und den vom Knochen selbst producirten Callus, welcher verknöchert.

Auf der anderen Seite erhob sich aber auch bald von einzelnen Seiten Widerspruch gegen die Dupuytren'sche Lehre. Zunächst von seinem Schüler Cruveilhier, welcher nicht nur den zweifachen Callus, den provisorischen und definitiven, läugnete und nur einen einzigen Callus, welcher zuerst spongiös und voluminös, später compakt und klein ist, anerkannte, sondern auch die Callusbildung von Seiten der Bruchenden selbst verwarf und nur die Theilnahme des Periostes und der umgebenden Weichtheile gelten liess.

Diese Ansicht gewann noch eine weitere gewichtige Stütze durch die Untersuchungen von Flourens, welche zu ganz übereinstimmenden Resultaten führten. Nachdem nämlich Flourens in seiner ersten Arbeit die Duhamel'sche Ansicht von der ausschliesslichen Betheiligung des Periostes bestätigt hatte, trat er später auf Grund neuer

Experimente der Meinung von Cruveilhier bei und unterschied einen Periostcallus (als bleibenden definitiven Callus) und einen Muskelcallus (als provisorischen Callus), welcher von den umgebenden Weichtheilen, namentlich dem Muskelgewebe geliefert werde. Das geschwellte Periost und die Markmembran vereinigen sich, verwandeln sich zuerst in Knorpel und dann in Knochen, während der Knochen selbst vollständig passiv bleibt. Ueberdiess begründete Flourens durch zahlreiche Untersuchungen über das normale Knochenwachsthum die noch heute zu Recht bestehende Appositions- und Resorptionstheorie, indem er die Duhamel'sche Annahme eines interstitiellen oder expansiven Wachsthums widerlegte.

Auch Alquié verwarf die Unterscheidung eines provisorischen und definitiven Callus und liess den äusseren Callus aus einer vorzugsweise vom Periost abgesonderten plastischen Lymphe sich bilden, während sich die Knochenenden erweichen, mit neuen Gefässen versehen werden und sich fest vereinigen.

Von deutscher Seite trat namentlich Voetsch der Dupuytren-schen Eintheilung entgegen, indem er durch zahlreiche Untersuchungen nachwies, „dass der nach der Heilung vorhandene Callus nur das in einem Akte gelieferte, zu Knochen organisirte Exsudat einer traumatischen Periostitis sei". Als Quelle des inneren Callus, dessen Vorkommen er als nicht constant bezeichnete, nahm er die Markhaut an, „welche das zur Bildung desselben dienende Exsudat in ähnlicher Weise liefert, wie die Beinhaut das Exsudat für den äusseren Callus".

§. 129. Die vierte Periode endlich beginnt in der Mitte unseres Jahrhunderts mit der Begründung der Cellularpathologie durch Virchow.

Der hiedurch herbeigeführte Umschwung der histogenetischen Anschauungen machte sich natürlich auch in der Lehre von der Callusbildung alsbald geltend. Bis dahin war die richtige Erkenntniss der Knochenneubildung dadurch verhindert worden, dass man eines Vermittlungsgliedes zwischen den präexistenten Geweben und dem neugebildeten Knochengewebe bedurfte, welches als besonderer Saft oder Exsudat galt. Diess ist der Succus ossificus Galen's, welcher nur unter verschiedenen Namen durch alle späteren Perioden sich fortgepflanzt hat, mag er nun als plastische Lymphe oder gerinnbare Lymphe oder Ernährungssaft oder Gallerte oder entzündliches Exsudat bezeichnet worden sein. An seine Stelle trat nun die Bildung und Regeneration der Gewebe durch Proliferation der präexistenten Zellen.

Im Uebrigen wurde auch durch die neueren Arbeiten die Dupuytren'sche Unterscheidung zweier Arten von Callus übereinstimmend widerlegt, soweit sie sich auf zwei verschiedene, nach einander selbständig entstehende Formationen bezog, und allgemein der ganze Process der Callusbildung als ein zeitlich und genetisch einheitlicher dargelegt. Dagegen gehen allerdings bis zum heutigen Tage die Ansichten über die Histogenese des Callus in gleicher Weise wie über das normale Knochenwachsthum noch recht weit auseinander.

Die Ansichten der Forscher aus der neuesten Periode lassen sich in folgende drei Gruppen zusammenfassen.

Die Vertreter der ersten und gangbarsten Ansicht lassen die

Callusbildung vom Perioste, den umgebenden Weichtheilen und dem Knochenmarke ausgehen, dagegen das Knochengewebe selbst geringen oder gar keinen aktiven Antheil daran nehmen. Sie nehmen also an, dass alle zur Klasse der Bindesubstanzen gehörigen Gewebe in der Nähe der Bruchstelle an der Knochenbildung participiren. Zu den Vertretern dieser Ansicht gehört die Mehrzahl der neueren Forscher, namentlich Virchow, R. Hein, Schweigger-Seidel, Förster, C. O. Weber, Gurlt, Billroth, Volkmann. Nach Virchow baut sich der neue Knochen zunächst aus einer Wucherung des Periostes und zwar seiner innersten Schichten auf, welche sich zum Theil zuerst in Knorpel, zum Theil direkt in Knochen umwandeln; gewöhnlich nimmt auch das Zwischenbindegewebe der benachbarten Theile an der Knochenbildung Theil. Ausserdem wird von dem Markgewebe der innere Callus producirt, welcher continuirlich durch die Markhöhle hindurchzieht und sie abschliesst. Nach C. O. Weber betheiligt sich das Zellgewebe ausserhalb des Periostes nicht an der Knochenbildung, dagegen geht letztere ebenso wie vom Perioste auch vom Bindegewebe innerhalb des Knochens aus. Nach Billroth entsteht der Callus aus einer entzündlichen Neubildung, einer Zelleninfiltration im Periost, in den Havers'schen Kanälchen des Knochens, im Marke und in sämmtlichen umliegenden Theilen, indem er dem Periost keine exklusiv osteoplastische Rolle zuerkennt.

Die Vertreter der zweiten Gruppe erkennen in der aktiven Theilnahme des Knochengewebes selbst den Hauptfaktor der Callusbildung. Zu diesen gehört namentlich Rokitansky, neuerdings Lossen und Hofmokl. Rokitansky erklärt den Callus für „eine Wucherung des Knochens und des in ihn eingehenden Bindegewebes, wobei die des letzteren der Hauptmasse nach gleichsam eine provisorische Narbe abgibt, in welche der Knochen hineinwächst. Das Periost spielt insoferne dabei eine Rolle, als es eine Mitgrundlage dieser Bindegewebswucherung abgibt". Nach der Ansicht von Lossen entsteht zwar der primäre Callus vorzugsweise von Periost und Mark, bei der Umbildung desselben nehmen jedoch die Knochenzellen aktiven Antheil, indem sie durch Vergrösserung und Verschmelzung zur Bildung von Gefässkanälen führen, welche der Resorption dienen. Die gleichzeitig einhergehende ossificirende Ostitis liefert erst den bleibenden Knochen, den definitiven Callus im histologischen Sinne. Auch Hofmokl nähert sich dieser Ansicht insoferne, als er zwar im Beginne der Callusbildung dem Perioste und auch dem Knochenmarke, dagegen im späteren Stadium dem Knochengewebe selbst die grösste Bedeutung beimisst und die Knochenzellen selbst durch Vermehrung und Markzellenbildung wesentlichen Antheil an der Callusbildung nehmen lässt.

Die Vertreter der dritten Gruppe endlich betrachten das Periost als das einzige Regenerationsorgan des Knochens und lassen demnach den Callus ausschliesslich aus dem Perioste hervorgehen. Diese Ansicht hat, wie schon früher Lebert ohne genügende Begründung, neuerdings Maas in der präcisesten und schärfsten Weise aufgestellt und durch zahlreiche Experimente nachzuweisen gesucht.

Cap. II.

Die makroskopisch wahrnehmbaren Vorgänge bei der Fracturheilung.

Um eine zusammenhängende Darstellung des Heilungsprocesses zu geben, beschränken wir uns zunächst auf die Schilderung derjenigen Vorgänge, welche bei der Heilung der einfachen (subkutanen) Knochenbrüche zu beobachten sind, und werden in einem späteren Capitel die Heilung der complicirten Fracturen besprechen.

Dieser Schilderung legen wir die Verhältnisse zu Grunde, welche für die häufigste Kategorie von Fracturen zutreffen, nämlich für die einfachen Brüche der Diaphyse der Röhrenknochen. Im Anschlusse hieran sollen dann die Abweichungen des Heilungsprocesses, welche sich aus dem verschiedenen Sitze und der Beschaffenheit des Bruches sowie aus der besonderen Art des gebrochenen Knochens ergeben, gesondert besprochen werden.

Unsere Kenntniss dieser Heilungsvorgänge beruht allerdings nur zum kleineren Theile auf den Untersuchungen von Fracturen bei Menschen, zum grösseren Theile auf den Ergebnissen von Thierexperimenten, welche seit jeher in grossen Reihen angestellt worden sind. Allein wir sind vollkommen berechtigt, diese letzteren Ergebnisse auf den Menschen zu übertragen, da die Art der Fracturheilung, wie namentlich von Gurlt nachgewiesen ist, bei Menschen und Thieren im Wesentlichen ganz übereinstimmt, wenn auch gewisse Differenzen theils durch die verschiedene Energie der Knochenregenerationskraft, theils durch das verschiedene Volum der Knochen, theils endlich durch äussere Verhältnisse (z. B. mangelnde Immobilisirung der Bruchstelle bei Thieren) hervorgebracht werden.

§. 130. Die makroskopisch wahrnehmbaren Veränderungen, welche an der Bruchstelle von der Entstehung des Bruches an bis zur vollendeten Heilung vor sich gehen, sind grösstentheils von den Forschern in übereinstimmender Weise geschildert worden. Sie lassen sich in folgender Weise zusammenfassen.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal den Zustand an der Bruchstelle bei einer ganz frischen Fractur (vergl. §. 99), so findet sich daselbst der Röhrenknochen in seiner ganzen Dicke getrennt, die beiden Bruchenden entweder direkt mit ihren Bruchflächen einander gegenüberstehend und in gegenseitiger Berührung oder in wechselndem Grade gegen einander verschoben. Das Periost sammt dem anhaftenden Zellgewebe und einzelnen fibrösen Theilen ist meist unregelmässig zerrissen und liegt entweder dem Knochen bis an den Bruchrand genau an oder ist von der unverletzten Oberfläche eines oder beider Fragmente in verschiedener Ausdehnung abgetrennt, bald nur an einer Seite bald eine Strecke weit im ganzen Umfange. Sehr selten ist das Periost grösstentheils intakt, so dass es als geschlossene Hülse die Bruchenden einschliesst (subperiostale Fractur). Auch die umliegenden Weichtheile, wie Zellgewebe, Muskeln, Sehnen u. s. f. sind zuweilen durch die

frakturirende äussere Gewalt oder durch die verschobenen Fragmente gequetscht, eingerissen, dislocirt, zerrissen. Constant findet sich an der Bruchstelle ein Blutextravasat, dessen Menge bald nur unbedeutend, bald sehr erheblich ist. Dasselbe findet sich in der Bruchspalte, an der Aussenfläche der Bruchenden zwischen Knochen und Periost und in der geöffneten Markhöhle, indem aus letzterer ein Pfropf aus Blutgerinnsel hervorragt, und das Mark noch eine Strecke weit in den Markkanal hinein blutig infiltrirt ist; hie und da finden sich auch noch in entfernteren Theilen des Markes Blutungen vor. Ferner beobachtet man den Bluterguss bei vorhandener Dislokation oder nach direkter Gewalteinwirkung auch an der Aussenseite des Periostes sowie in der ganzen Umgebung der Bruchstelle, namentlich in dem benachbarten Zellgewebe zwischen den Muskeln, ja sogar bis unter oder in die äussere Haut hinein.

Die ersten Veränderungen beginnen schon unmittelbar nach der Verletzung mit Röthung, Schwellung und stärkerer Durchfeuchtung der Weichtheile in der Umgebung der Bruchstelle. An der Anschwellung nimmt vorzugsweise das Periost Theil, indem die Verdickung desselben an der Bruchstelle am stärksten sich entwickelt und von hier aus nach beiden Seiten hin sich ganz allmälig verliert. Schon nach einigen Tagen sind die äusseren Schichten des Periostes mit den angrenzenden Bindegewebslagen oder sogar Muskelpartieen zu einer gleichmässigen, grauröthlichen, weichen Masse innig verschmolzen, so dass sie ohne deutliche Grenzen in einander übergehen. Die inneren Schichten desselben sind ausserordentlich weich, saftig, aufgelockert, gallertartig und lassen sich von der Oberfläche des Knochens leicht ablösen.

Gleichzeitig ist auch schon ein Theil des Blutextravasates resorbirt, und zwar verschwindet am frühesten die diffuse Infiltration desselben in den Weichtheilen in der weiteren Umgebung der Bruchstelle, während die Heerde von Blutextravasat in nächster Nähe der Bruchstelle und in der Bruchspalte selbst am längsten erhalten bleiben, so dass zuweilen noch nach Wochen Reste desselben in Form dunkel gefärbter, lose eingebetteter Gerinnsel angetroffen werden.

Bald sind nun die zerrissenen Ränder der Beinhaut nicht mehr zu erkennen, sondern von beiden Seiten her verklebt und verschmolzen; in Folge starker Durchfeuchtung und lebhafter Wucherung bildet das Periost sammt dem anstossenden Zellgewebe eine homogene, weiche, gallertartig aufgequollene, stellenweise deutlich knorpelige Masse, welche gleich einem Ringe, einer Zwinge oder Kapsel die Bruchstelle umgibt. Die Kapsel ist nach aussen bald glatt und umschrieben, bald weich, weitmaschig und anfangs ohne scharfe Grenze sich verlierend. Nach einwärts haftet sie fest an dem Knochen an, dringt überdiess allmälig über die Bruchränder hinweg in die Bruchspalte ein und füllt diese mehr oder weniger vollständig aus.

Diese Kapsel wandelt sich in den sog. Callus um, welcher beim Menschen etwa vom 10.—14. Tage an auch äusserlich vermöge seiner derberen Consistenz als cirkuläre Anschwellung durchzufühlen ist. Zuerst in ihren tieferen Schichten nimmt die Periostwucherung eine blassere Farbe, derbere Consistenz und ein deutliches knorpeliges Aussehen an, und alsbald treten nun in derselben die ersten Kalkablagerungen

und Verknöcherungen auf, welche von C. O. Weber in zwei Fällen bei Menschen schon am 10. und 13. Tage beobachtet worden sind.

Diese ersten Anfänge des knöchernen Callus gehen gleichfalls zuerst von den innersten Schichten des Periostes dicht am Knochen aus, so dass sie beim Abreissen des Periostes an letzterem sitzen bleiben. Man erkennt sie als kleine gelblich-weisse Punkte, Streifen, Nadeln oder flache Plättchen, welche meist schräg in der Richtung vom Knochen gegen das Periost hinziehen. In der Regel beginnt diese Verknöcherung von der Bruchstelle entfernt an den Grenzen der Periostwucherung, so dass sie sich nach dem unveränderten Periost zu allmälig verliert, dagegen in der der Bruchspalte zugekehrten Richtung an Umfang zunimmt und daselbst mit einem deutlich abgesetzten unregelmässigen Rande aufhört. Durch die fortschreitende Verknöcherung in dieser Richtung entstehen gewissermassen zwei Knochenbrücken, welche von beiden Seiten her einander entgegenwachsen, bis sie in der Mitte zusammentreffen und mit einander verschmelzen, so dass jetzt eine äussere knöcherne Verbindung rings um den Knochen von einem Fragmente zum anderen hergestellt ist. Indem ferner die Verknöcherung von innen nach aussen fortschreitet, bleiben die äussersten Schichten der Kapsel stets fibrös und behalten den Charakter des Periostes bei, welches nach beiden Seiten hin in das normale Periost übergeht.

Gleichzeitig mit dieser Callusbildung im äusseren Umfange der Bruchenden geht eine solche auch innerhalb der geöffneten Markröhre einher. Während sich zunächst das Blutextravasat im Markgewebe resorbirt und die beiden Wundflächen mit einander verschmelzen, gibt sich eine Wucherung des Markgewebes in einer bald mehr bald weniger ausgedehnten Zone zu erkennen, welche demselben unter gleichzeitigem Schwinden des Fettes an Stelle der gelben eine lebhaft rothe Farbe verleiht. Diese Zone nimmt hierauf eine festere derbere Consistenz, hellere Farbe und eine dem jungen äusseren Callus ähnliche Beschaffenheit an, worauf Verknöcherung und Umwandlung in lockere Knochensubstanz folgt. Die neugebildete Knochenmasse bildet innerhalb der Markröhre entweder nur einen dünneren oder dickeren Ring, welcher der inneren Wandung der Röhre unmittelbar anliegt und letztere entsprechend verengt, oder füllt daselbst als kürzerer oder längerer Zapfen den Markkanal ganz aus. Zugleich trifft dieser intramedulläre Callus, indem er gegen das geöffnete Ende der Markröhre hin wächst, mit demselben Gebilde von dem anderen Fragmente her zusammen und verschmilzt sowohl mit diesem letztern als auch mit demjenigen Theile des äusseren Callus, welcher in die Bruchspalte eindringt und den Zwischenraum zwischen den Bruchflächen ausfüllt.

Die Bruchenden selbst erleiden während dieser Periode meist keine sichtlichen Veränderungen; denn wenn man die äussere und innere Callusauflagerung entfernt, so zeigt die Oberfläche und Bruchfläche des Knochens dieselbe Beschaffenheit wie im Zustande der frischen Fractur.

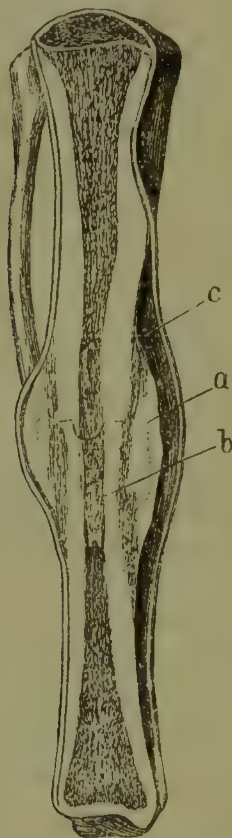
§. 131. Auf die geschilderte Weise ist nun die Continuität des Knochens durch neugebildete Knochensubstanz wiederhergestellt und damit auch in den meisten Fällen der Knochen fest genug, um wieder gebrauchsfähig zu werden. An dem frischen Callus unterscheidet man je nach der Stelle der Ablagerung

1) den äusseren oder Periost-Callus, welcher von aussen die Bruchenden nach Art einer Zwinge oder Kapsel umgibt, die im Niveau der Bruchstelle am mächtigsten ist und nach beiden Enden hin allmälig an Volum abnimmt;

2) den inneren, endostalen oder Mark-Callus, welcher an der Bruchstelle als solider Zapfen die Markröhre verschliesst, jedoch in seiner Ausdehnung gewöhnlich geringer ist als der äussere;

3) den intermediären Callus (Substantia intermedia Breschet), welcher die Bruchspalte ausfüllt und einerseits mit dem äusseren, andererseits mit dem inneren Callus continuirlich zusammenhängt.

Fig. 89.



Fractura tibiae vom Hunde, 10 Tage alt. a) äusserer knorpeliger Callus in der Tiefe schon ossificirend; b) innerer Callus, ebenfalls verknöchernd; c) abgelöstes Periost. Nach Stanley[1]).

§. 132. Die Beschaffenheit dieses neugebildeten knöchernen Callus ist von der des alten Knochens sehr verschieden. Er ist sehr porös, locker, ausserordentlich gefässreich und lässt sich mit dem Messer durchschneiden; nach der Maceration besteht er aus einem äusserst zarten, feinen, porösen Knochengewebe. Die äussere Oberfläche ist am lockersten, rauh und uneben, theils mit zahlreichen kleinen Löchern und Grübchen (für den Eintritt von Gefässen), theils zuweilen mit höckrigen oder stacheligen Erhabenheiten versehen, welche in das umgebende derb infiltirte Zellgewebe und hie und da sogar in weitere Entfernung bis zwischen die Muskeln sich hineinerstrecken. Nach Entfernung der Weichtheile stellt sich bei der äusseren Besichtigung der Callus als eine mehr oder weniger starke Verdickung oder Auftreibung des Knochens an der Bruchstelle dar, welche sich nach beiden Enden hin allmälig verliert; macht man einen Längsschnitt durch den Knochen, so lässt sich auf den ersten Blick der Callus von dem alten Knochen unterscheiden und eine scharfe Grenze zwischen beiden erkennen; man findet die alte weisse compakte Rinde mit unregelmässig geschichteten porösen Auflagerungen bedeckt, auch die

---

[1]) C. Stanley, Illustrations of the effects of disease and injury of the bones. London 1879, Plate XXIV, Fig. 1.

Richtung der Knochenkanälchen ist unregelmässig, schräg oder senkrecht auf denen des alten Knochens stehend.

§. 133. Die Menge des neugebildeten Callus ist in den einzelnen Fällen ausserordentlich verschieden. Sie hängt unter sonst gleichen

Fig. 90.



Fractur der Fibula vom Erwachsenen mit Uebereinanderschiebung der Fragmente und Vereinigung durch brückenförmigen Callus.

Fig. 91.



Fractur des Femur vom Erwachsenen mit Uebereinanderschiebung der Fragmente und Vereinigung durch brückenförmigen Callus.

Verhältnissen vorzugsweise von dem Grade der Dislokation der Fragmente und der damit in Zusammenhang stehenden geringeren oder stärkeren Verletzung und Reizung der Gewebe ab. Die beiden Extreme in Bezug auf Menge und räumliche Ausdehnung ber Callusproduktion werden daher einerseits durch die subperiostalen Fracturen, andererseits durch die Brüche mit sehr starker Dislokation repräsentirt, während wir bei unserer bisherigen Schilderung die zwischen beiden in der Mitte stehenden gewöhnlichen Fracturen mit Zerreissung des Periostes und geringer Dislokation im Auge gehabt hatten.

Am spärlichsten und einfachsten gestaltet sich die Callusbildung bei den subperiostalen Fracturen, bei denen sich die Bruchflächen ohne jede Verschiebung in unmittelbarer Berührung befinden und das in kurzer Strecke von der Knochenoberfläche abgehobene Periost eine

geschlossene Scheide um die Bruchstelle bildet (vergl. §. 100). Bei diesen Brüchen folgt nur eine mässige Anschwellung des Periostes, an welcher die umgebenden Weichtheile kaum Antheil nehmen, so dass meistentheils äusserlich kaum eine Anschwellung an der Bruchstelle fühlbar ist. Der periostale Callus bildet eine spindelförmige ziemlich dünne Schichte, der Markcallus verengt bald nur ringförmig die Markhöhle, bald schliesst er dieselbe blos in kurzer Strecke. Auf diese Weise geht die definitive Heilung sehr rasch von Statten und hinterlässt fast keine Spur der stattgehabten Trennung.

Fig. 92.



Dislocirte Fractur des Femur vom Erwachsenen mit reichlichem äusserem Callus.

Die entgegengesetzten Verhältnisse finden sich bei den Brüchen mit sehr starker Diskolation der Bruchenden. Bei diesen befinden sich die Bruchflächen beider Fragmente nicht in gegenseitiger Berührung; bei Verschiebung in der Längsrichtung sind beide Bruchflächen nur mit Weichtheilen in Contakt und blos die Seitenflächen beider Fragmente in gegenseitiger Berührung, bei gleichzeitiger Dislokation nach der Länge und Achse berühren sich entweder die Bruchenden überhaupt nicht oder die Bruchfläche des einen Fragmentes steht auf der Seitenfläche des anderen auf (Chevauchement). In solchen Fällen kann eine direkte Wiedervereinigung der Knochenrinde und des Markes nicht zu Stande kommen, wohl aber erfolgt die Vereinigung durch reichlichen äusseren Callus, welcher von beiden Bruchenden ausgeht und dieselben brückenförmig verbindet; zugleich wird die geöffnete Markröhre durch Ablagerung von Callus in den freien Enden derselben geschlossen (Fig. 90 und 91).

In andern Fällen entwickelt sich eine so umfangreiche Callusmasse, dass sie die Bruchränder überragt und überwölbt und die Bruchstelle von allen Seiten durch massige Wucherung umschliesst (Fig 92). Vielleicht mag auch in einzelnen Fällen, namentlich bei jugendlichen Individuen, der von Ollier beschriebene Vorgang stattfinden: das Periost ist an der Bruchstelle nicht in seiner ganzen Peripherie zerrissen, sondern nur über der Spitze des Winkels, welchen die beiden Fragmente mit einander bilden; indem nun daselbst die Bruchenden eine Strecke weit aus der Periosthülse heraustreten, bleibt in der Oeffnung des Winkels eine Periostbrücke erhalten, welche die beiden Fragmente verbindet und eine Callusbrücke producirt.

§. 134. In der bisher geschilderten Periode der Fracturheilung stellt der Callus erster Bildung nichts Anderes dar als eine osteo-

phytenartige Auflagerung neuer Knochenmasse auf den alten Knochen, von dem er sich durch seine poröse Textur und unregelmässige Schichtung scharf unterscheidet. In der nun folgenden Periode, welche einen Zeitraum von Monaten und Jahren in Anspruch nimmt, vollzieht sich ganz allmälig eine Umbildung des Callus und innige Verschmelzung desselben mit dem alten Knochen, welche erst die definitive Fracturheilung herbeiführt.

Zunächst tritt eine Verdichtung des porösen Callus ein: er wird compakter, weisser, härter, gefässärmer und nimmt somit mehr und mehr die Beschaffenheit und das Aussehen des normalen compakten Knochengewebes an. Zugleich wird die Verschmelzung desselben mit dem alten Knochen dadurch angebahnt, dass die anstossenden Schichten des letzteren zuerst porös werden, worauf sich dann erst wieder die Lücken mit neugebildeter Knochensubstanz füllen. Auf diese Weise wird die Grenze zwischen alter und neuer Knochenmasse mehr und mehr verwischt, der äussere Callus zeigt nun auf der Schnittfläche dieselbe Beschaffenheit wie die normale Rinde und stellt sich daher als eine Verdickung derselben dar. Ebenso erreicht die zwischen den Bruchenden abgelagerte Callusmasse die Dichtigkeit und Härte der anstossenden alten Knochenrinde, so dass sie nicht mehr von letzterer zu unterscheiden ist. Nur der Markcallus wird selten ganz compakt.

Neben dieser Sklerosirung des Callus geht nun aber auch ein Resorptionsprocess einher, welcher dazu bestimmt ist, die überschüssige Callusmasse zum Schwinden zu bringen, um dadurch die äussere Form des Knochens wiederherzustellen und die Spuren der stattgehabten Trennung möglichst vollkommen zu verwischen.

Am einfachsten gestaltet sich die definitive Umwandlung bei den Brüchen ohne Dislokation. Der am äusseren Umfange der Bruchstelle abgelagerte Callus nimmt immer mehr an Volumen ab, die etwa vorhandenen Unregelmässigkeiten seiner Oberfläche, welche in Form von Höckern, Spitzen oder Stacheln in die umgebenden Weichtheile hineinragen, verschwinden und lassen eine glatte ebene Oberfläche zurück, welche von normalem Perioste überzogen ist. Während auf diese Weise die Auftreibung an der Bruchstelle sich verliert, bis schliesslich fast jede Spur einer äusseren Verdickung ausgeglichen ist, gelangen auch in den umgebenden Weichtheilen die durch entzündliche Bindegewebswucherung neugebildeten Bindegewebsschichten und Schwarten zur Resorption, welche theils die benachbarten Gefäss- und Nervenstämme mit verdickten Scheiden umgaben, theils die Muskeln und Muskelbündel auseinanderdrängten. Nach längerem Gebrauche des Gliedes werden auch die durch interstitielle Myositis fibrös entarteten Muskeln wiederhergestellt und damit jede Funktionsstörung wieder ausgeglichen. Ausserdem nimmt aber auch der Callus innerhalb der Markröhre an dem Rückbildungsprocesse Theil. Der Calluszapfen, welcher den Markkanal an der Bruchstelle verschliesst, wandelt sich vom Centrum aus in weitmaschige spongiöse Substanz um, indem die Markräume sich vergrössern und durch Resorption der Zwischenwände mehr und mehr zusammenfliessen, bis schliesslich die Continuität des Markkanales wiederhergestellt ist (Fig. 94 bei a).

Viel complicirter und von besonderem Interesse sind die definitiven Veränderungen bei der Heilung von Brüchen mit starker Dislokation.

Auch bei diesen werden die äusseren Formverhältnisse durch Verdichtungs- und Resorptionsprocesse in möglichst vollkommener, ja sogar oft in wunderbarer Weise wiederhergestellt, indem die unförmlichen Callusmassen mit ihren Unebenheiten, Zacken, Spitzen und Höckern zum grösseren Theile resorbirt und geglättet, und die vorspringenden Ecken und Kanten der Bruchenden abgerundet werden.

Allein offenbar ist diese Wiederherstellung der äusseren Form des gebrochenen Knochens, welche von den Beobachtern allein

Fig. 93.



Fractur der Fibula vom Erwachsenen mit geringer Dislokation ad axin geheilt. Markröhre beinahe vollständig wiederhergestellt. Sagittalschnitt, natürliche Grösse.

Fig. 94.



Doppelbruch des Humerus vom Erwachsenen, der eine (bei a) ohne Dislokation und mit Wiederherstellung der Markhöhle, der andere (bei b) mit Dislokation und Verschluss der Markhöhle geheilt. Längsschnitt.

Fig. 95.



Fractur der Diaphyse des Femur vom Erwachsenen mit winkeliger Uebereinanderschiebung der Fragmente. Der reichliche äussere Callus ist in Verschmelzung mit der aufgelockerten Knochenrinde begriffen. Sagittalschnitt.

hervorgehoben zu werden pflegt, nicht das wesentliche Endziel der definitiven Heilung, sondern vielmehr die volle Restitution seiner Festigkeit und Funktionsfähigkeit. Nur von diesem Standpunkte aus lassen sich die Veränderungen richtig verstehen, welche man bei der Untersuchung einer Reihe von Präparaten längst geheilter

Fracturen erkennt. Am meisten eignen sich zu dieser Untersuchung Fracturen, welche mit starker Dislokation geheilt sind, und bei denen es nachgewiesen oder mit aller Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, dass der gebrochene Knochen wieder diensttauglich gewesen ist. Hat man solche Präparate aufgesägt und (in siedendem Wasser mit Zusatz von Soda) gehörig entfettet, so erkennt man bei genauerer Betrachtung der Sägefläche sofort, dass an allen denjenigen Partieen, welche in Folge der Achsenknickung einer stärkeren Belastung ausgesetzt sind, Anlagerung und Verdichtung stattgefunden hat, während die statisch weniger in Anspruch genommenen Partieen eine Resorption erfahren haben. Es bekundet sich also, kurz gesagt, unter diesen pathologischen Bedingungen das auch für den Aufbau der normalen Knochenarchitektur gültige Gesetz, nach welchem grösste Festigkeit bei geringstem Materialaufwande erzielt wird.

Zur Begründung dieses Satzes mögen einige nähere Angaben dienen, welche sich auf die Untersuchung zahlreicher Präparate, von denen einige in Fig. 93—99 wiedergegeben sind, beziehen.

Fassen wir zunächst die Veränderungen der Knochenrinde in's Auge, so zeigt dieselbe stets an derjenigen Seite, welche einer Verstärkung bedurfte, Verdickung durch Auflagerung von compakter Substanz auf der Aussenfläche oder von spongiöser Substanz auf der Innenfläche, während an der entgegengesetzten Seite die Rinde verdünnt oder von ihrer Innenfläche her in spongiöse Substanz aufgelockert ist. Diese Veränderungen finden sich nicht nur an der Bruchstelle, sondern auch in näherer oder weiterer Entfernung von derselben, ja sie erstrecken sich zuweilen offenbar bis über den Bereich der ursprünglichen Callusbildung hinaus. Es ist also schon aus diesem Grunde zweifellos, dass nicht blos der neugebildete, sondern auch der alte Knochen an jener Umgestaltung Theil nimmt. Man kann sich hievon zunächst an solchen Fällen aus den früheren Stadien der Umbildung überzeugen, in welchem sich die Verschmelzung zwischen altem und neuem Knochen erst vollzieht, also ersterer schon deutlich aufgelockert, aber noch scharf abgegrenzt ist (Fig. 95). Untersucht man weiter Fälle, in denen die Heilung vollkommen abgeschlossen ist, und namentlich solche mit winkeliger Uebereinanderschiebung der Fragmente, so findet man stets in der Oeffnung des Winkels die Rinde beider Bruchstücke oft in langer Strecke bedeutend verdickt und durch eine Brücke compakter Substanz verbunden. Dagegen ist an der Spitze des Winkels das vorstehende Bruchende frei von Auflagerung, seine Rinde vielmehr verdünnt und die Markröhre bald nur durch eine dünne Knochenlamelle geschlossen, bald mit einer kleineren oder grösseren Oeffnung frei mündend (Fig. 96 bis 98).

Endlich verdient noch die definitive Gestaltung der Markröhre bei derartigen Fracturen besondere Beachtung. Bei frisch geheilten Brüchen mit Dislokation findet sich dieselbe entweder nur durch den inneren Callus oder auch durch die an einander liegenden Rindenpartieen beider Fragmente, so weit sie sich über einander verschoben haben, in ihrer Continuität unterbrochen. Entgegen der gewöhnlichen Annahme, dass die Continuität der Markhöhle sich auch in diesen Fällen, wenn gleich erst nach langer Zeit, stets wiederherstellt, hat mich die Untersuchung zahlreicher Präparate vielmehr belehrt, dass bei erheblicher Dislokation keine Wiederherstellung des continuir-

lichen Markkanals eintritt. Es besteht somit hierin ein bemerkenswerther Unterschied gegenüber der Heilung von Fracturen ohne Dislokation, welcher besonders anschaulich in dem oben (Fig. 94) abgebildeten Falle von Doppelbruch des Humerus hervortritt, sofern er für beide Verhältnisse ein Paradigma liefert.

Ist die Fractur mit einfacher Dislocatio ad axin geheilt, so findet sich die Markhöhle an der Knickungsstelle entweder mit Spongiosa aus regelmässig angeordneten Bälkchenzügen erfüllt oder von eigentlichen Stütz- oder Tragbalken durchsetzt. Letztere sind wohl zunächst aus zurückgebliebenen Theilen des inneren Callus hervorgegangen, haben sich jedoch allmälig durch Anlagerung neuer Lamellen in regelmässiger Weise

Fig. 96.



Fractur der Diaphyse des Femur von einem jugendlichen Individuum, mit winkeliger Uebereinanderschiebung der Fragmente geheilt. Sagittalschnitt.

Fig. 97.



Fractur der Tibia vom Erwachsenen, mit winkeliger Knickung geheilt. Markröhre an der Bruchstelle mit Spongiosa geschlossen. Frontalschnitt.

weiterentwickelt; sie dienen dazu, bei der veränderten Richtung des Knochens seine Tragfähigkeit zu sichern, wenn die compakte Rinde nicht mehr im Stande ist, ihre Funktion allein genügend zu erfüllen. Handelt es sich dagegen um Fracturen mit Uebereinanderschiebung der Fragmente, so werden die Rindenpartieen, welche sich mit ihren Seitenflächen berühren, also gegen das Centrum verschoben sind und die Markhöhlen der beiden Bruchstücke trennen, in der Regel in spongiöses Gewebe von dichterem oder lockerem Gefüge verwandelt. Dieses letztere ist aber nicht, wie man gewöhnlich annimmt, der Resorption verfallene poröse Knochensubstanz, sondern bleibendes Gewebe; denn ich habe es in keinem derartigen Präparate vermisst und ebenso

wenig in irgend einem Fracturwerke eine für jene Annahme sprechende Abbildung gefunden. Die Ursache der Umwandlung jener Rindenpartieen in Spongiosa ist also nicht in dem Streben nach Wiederherstellung der Markhöhle, sondern darin zu suchen, dass die compakte

Fig. 98.



Fractur der Diaphyse des Femur vomErwachsenen, mit winkeliger Uebereinanderschiebung der Fragmente geheilt. Sagittalschn.

Fig. 99.



Fractur des chir. Halses des Humerus vom Erwachsenen, mit winkeliger Knikkung geheilt; Stützbalken in der Markröhre. Längsschnitt.

Substanz an jener Stelle in Folge der Vergrösserung des Querschnittes und der Verdichtung des Knochengewebes an der Peripherie statisch in anderer Weise in Anspruch genommen wird.

Es lässt sich vermuthen, dass die Gebrauchsfähigkeit des gebrochenen Gliedes oder wenigstens das Gefühl der Sicherheit mit der Ausbildung der geschilderten Veränderungen gleichen Schritt hält.

Der Erste, welcher die Endresultate der Fracturheilung mit Rücksicht auf die möglichst vollkommene Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit genauer untersuchte und die dabei beobachteten Umänderungen der inneren Architektur der Knochen nach den Gesetzen der statischen Mechanik zu erklären versuchte, ist J. Wolff. Seine Untersuchungen waren allerdings nur an einer beschränkten Anzahl von Präparaten angestellt, fanden jedoch Bestätigung durch die übereinstimmenden Resultate einiger anderer Forscher (Martini[1]), Köster[2]), welche eine entsprechende Umwandlung der inneren Architektur bei knöchernen Ankylosen in Hüft- und Kniegelenk constatirten.

Wolff unterscheidet bei der Fracturheilung zwei von einander vollkommen unabhängige Vorgänge, nämlich die entzündliche Callusbildung an der Bruchstelle und die statische persistente Neubildung und Auflösung von Knochensubstanz an der Bruchstelle und entfernt von derselben. Diese letzteren statischen Vorgänge beruhen auf dem allgemeinen Gesetze, dass beim Eintreten einer beliebigen Störung

---

[1]) Centralblatt für die med. Wissenschaften. 1872, Nr. 37.

[2]) Verhandl. der med.-physikal. Gesellsch. in Würzburg. 15. Juni 1872.

der statischen Bedingungen jedesmal äquivalente Abänderungen der normalen Architektur herbeigeführt werden, nämlich einerseits Anbildung von echter Knochensubstanz in der Richtung der maximalen Zerrung und Pressung und andererseits Resorption aller statisch überflüssig gewordenen Knochensubstanz. respektive ihre Umwandlung in grössere und kleinere Markräume.

Die statischen Veränderungen sind daher abhängig von dem Grade der Dislokation der Fragmente. Bei fehlender oder geringer Verschiebung **spielen sie sich ausschliesslich an der Bruchstelle ab und führen zu einer Wiederherstellung der normalen Architektur, also auch der** Continuität der Markröhre. Bei der Heilung mit bedeutender Dislokation entsteht nicht nur an der Bruchstelle selbst eine neue zweckentsprechende Architektur, sondern es kommt sogar an den entfernten Gelenkenden zu einer je nach der Dislokation verschiedenen Transformation. Die Markhöhle stellt sich bei **Dislokation niemals wieder her**; denn da sie nach der Berechnung des Mathematikers Cullmann bei normaler Knochenrichtung diejenige Stelle bezeichnet, an welcher Knochensubstanz statisch überflüssig wäre, so muss bei jeder Dislokation vielmehr das Bestreben vorhanden sein, ein mit neuer Spongiosa erfülltes Centrum an der Bruchstelle herzustellen.

Zur Erläuterung der Wolff'schen Theorie diene die folgende Wiedergabe eines von ihm beschriebenen und abgebildeten Präparates (Fig. 100).

Fig. 100.



Schematische Nachbildung eines Sagittalschnittes einer mit winkeliger Uebereinanderschiebung der Fragmente geheilten Fractur der Diaphyse des Femur. Nach Wolff

Dasselbe betrifft einen geheilten Querbruch durch die Mitte der Diaphyse des linken Femur vom Erwachsenen mit bedeutender Dislocatio ad longitudinem und ad axin; beide Fragmente bilden zusammen einen nach hinten offenen Winkel von 145°. Den dreieckigen Zwischenraum zwischen den Bruchenden sowie die letzteren selbst füllt eine neu entstandene, regelmässig angeordnete Spongiosa aus, indem sich von den Kanten beider Fragmente büschelförmig Blättchen abblättern und in ihren Curvenlinien sich unter einander durchkreuzen. Zu bemerken ist die beträchtliche Verdickung der compakten Rinde an der hinteren Wand beider Fragmente gegenüber der Schwäche derselben an der vorderen Wand des oberen Bruchendes; eine Neigung zur Wiederherstellung der Continuität der Markhöhle ist nicht zu erkennen. Endlich finden sich noch an den Gelenkenden Abweichungen von der normalen Architektur. sofern die Spongiosa des obern und untern Gelenkendes an der inneren Knochenwand vorne und hinten nicht in gleicher Höhe ihren Ursprung nahm.

Cap. III.

Die histologischen Vorgänge bei der Fracturheilung.

Die histologischen Vorgänge, welche den geschilderten mit blossem Auge wahrnehmbaren Veränderungen zu Grunde liegen, sind namentlich beim Menschen noch in manchen Beziehungen nicht genügend aufgeklärt. Am genauesten sind dieselben bei gewissen Versuchsthieren, besonders Kaninchen und Hunden, untersucht, obgleich sich auch hier die Angaben der neuesten Forscher in zahlreichen wichtigen Punkten widersprechen. Es müssen daher auch im Folgenden vorzugsweise die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung des Fracturcallus bei Thieren zu Grunde gelegt werden, wenn wir einen kurzen Ueberblick über die Histogenese des Callus zu geben versuchen, wie sie sich nach dem heutigen Stande der Forschung darstellt. Hiebei sind zur Ergänzung der eigenen Untersuchungen die Ergebnisse der neuesten Arbeiten über die Histologie des Callus von Hofmokl, Strawinski, Maas, Lossen, Kassowitz und namentlich die von Bajardi benützt worden, dessen genauen Angaben wir uns in den meisten Punkten anschliessen. Die Erörterung der einzelnen Streitfragen bleibt dem nächsten Capitel vorbehalten.

Für die mikroskopische Untersuchung wird die Entkalkung der Knochen kleinerer Thiere (meine Untersuchungen wurden an jungen Hunden, Kaninchen und Hühnern angestellt) am besten nach Ranvier's Vorschrift in der Art vorgenommen, dass das Knochenstück zuerst 8 Tage lang in eine 2procentige Lösung von doppeltchromsaurem Ammoniak und dann in eine $^1/_2$procentige Lösung von Chromsäure gelegt wird; von letzterer muss eine reichliche Menge (etwa 1 Liter) genommen werden, darauf Auswässerung, Härtung und Conservirung in Alcohol. Bei grösseren Knochenstücken müssen der Chromsäurelösung einige Tropfen Salzsäure zugesetzt werden. Für ganz kleine Stücke ziehe ich die Entkalkung in concentrirter Pikrinsäure vor, welche für die Untersuchung der zelligen Elemente die schönsten Bilder gibt. Ueber das Ebner'sche Verfahren (Einlegen in gesättigte Kochsalzlösung mit gleichem Volum Wasser und 1—2 % Salzsäure) fehlen mir eigene Erfahrungen. F. Busch empfiehlt am meisten folgendes Verfahren: Die frischen Knochen werden zuerst 3 Tage lang in 95procentigen Alcohol gelegt, dann in 10procentige Salpetersäure, in welcher sie bei täglichem Wechsel der Flüssigkeit 8—10 Tage bleiben; hierauf Auswaschen und Härtung in 95procentigem Alcohol. Jugendliche und fötale Knochen legt Busch zuerst in 1procentiges chromsaures Kali und $^1/_{10}$procentige Chromsäure, dann in 1—2procentige Salpetersäure.

§. 135. Die Veränderungen, welche man schon vom zweiten Tage an bei der mikroskopischen Untersuchung wahrnimmt, entsprechen der mit blossem Auge sichtbaren Röthung, Durchfeuchtung und Schwellung des Periostes. Die zahlreichen Gefässe des Periostes sind mit Blut überfüllt, das Periost selbst in allen seinen Schichten mit reichlichen jungen Bindegewebs- beziehungsweise Wanderzellen sowie rothen Blutkörperchen durchsetzt, welche die Längsfaserzüge desselben auseinanderdrängen und ihnen da, wo sie in dichten Haufen zusammengedrängt sind, einen wellenförmigen Verlauf verleihen. Durch diese reichliche Zelleninfiltration werden sogar hie und da die eigenen Elemente des Periostes ganz verdeckt und dessen Struktur verwischt, so dass es daselbst das Ansehen eines sehr gefäss- und zellenreichen Bildungsge-

webes oder Granulationsgewebes erhält. Auch über die Grenzen der Beinhaut hinaus sind die umgebenden Weichtheile, namentlich das intermuskuläre Bindegewebe mit reichlichen Wanderzellen durchsetzt.

Die wichtigsten und mannigfaltigsten Veränderungen gehen in der tiefsten, unmittelbar der Oberfläche des Knochens anliegenden Schichte der Beinhaut vor sich. Schon vom zweiten Tage an bemerkt man eine auffallende Wucherung und Vermehrung der Zellen dieser Bildungsschichte; es sind grössere mit einem oder mehreren Kernen versehene und reichliches granulirtes Protoplasma enthaltende Zellen, welche seltener eine rundliche, meist eine längliche, spindelförmige oder unregelmässig vieleckige Form haben und zum Theil einen oder mehrere Fortsätze aussenden, mittelst deren einzelne unter sich anastomosiren. Sie werden zuerst unmittelbar an der Oberfläche der Knochenrinde, später auch in den angrenzenden Schichten in reichlicher Menge angetroffen.

Alsbald beginnt diese Wucherungsschichte sich in verschiedener Weise zu differenciren, je nachdem man die der Bruchstelle zunächst gelegenen oder weiter von derselben entfernten Partieen untersucht. Im Allgemeinen ossificirt nämlich das periostale Bildungsgewebe theils direkt (aus osteoider Substanz) theils indirekt (mit eingeschalteter Knorpelbildung).

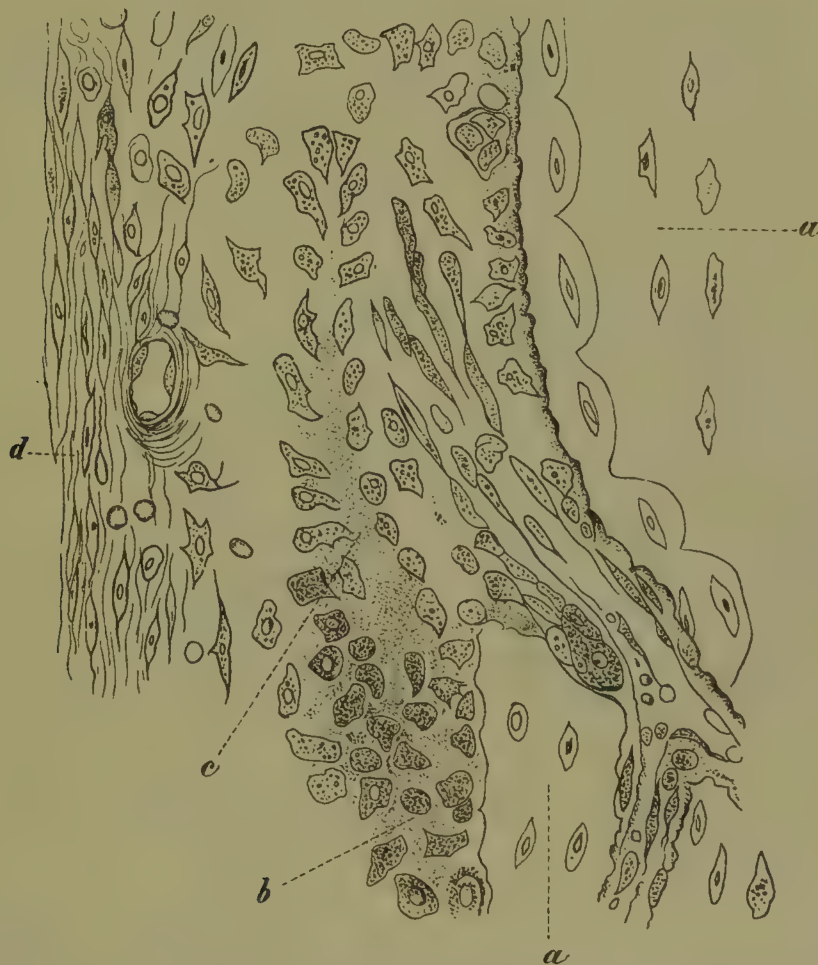
In einiger Entfernung von der Bruchstelle, an der Grenze des normalen Periostes, vollzieht sich die Neubildung von osteoidem Gewebe, das dem frühesten Bildungsstadium des normalen geflechtartigen Knochengewebes entspricht. Die Grundsubstanz erscheint getrübt durch Aufnahme von Kalksalzen, und man erkennt in derselben einzelne Bälkchen von feinstreifigem Ansehen. Diese Bälkchen gehen von der Knochenrinde aus, folgen dem Verlaufe der Gefässe und bilden, indem sie sich unter einander verbinden, ein weites Maschenwerk, welches jene Bildungszellen theils vereinzelt, theils in mehrfacher Anzahl einschliesst. Die von den Bälkchen begrenzten Lücken stellen die Anlage der primären Markräume dar, welche Gefässe enthalten, anfangs von vielgestaltiger unregelmässiger Form sind und durch weite Spalten unter einander communiciren. Stellenweise finden sich bereits die Bälkchen von länglichen oder polyedrischen Zellen eingefasst, den aus den Bildungszellen hervorgegangenen Osteoblasten (Fig. 101).

Etwas näher der Bruchstelle zu trägt die Gewebsanlage einen etwas anderen Charakter und bildet den Uebergang vom osteoiden Gewebe zum Knorpel („chondroide Modifikation des osteoiden Gewebes“ Kassowitz). Die Zellenhöhlen sind denen des Knorpels ähnlich, rundlich oder oval, ohne von dem Protoplasma ganz ausgefüllt zu werden und communiciren durch schmale Spalten unter einander. Die Grundsubstanz unterscheidet sich dadurch von der des Knorpels, dass sie sich mit Carmin färbt, also bindegewebigen Charakters ist.

In der Nähe der Bruchstelle entwickelt sich das Bildungsgewebe der tiefen Periostschichte zu Knorpelgewebe. Man findet daselbst grösstentheils rundliche und ovale Zellen, welche einen grossen scharfcontourirten Kern besitzen und sich mit einem hellen glänzenden Hofe umgeben, der sich gegen die Grundsubstanz durch eine starke Contour abgrenzt. Die zwischen den Zellen befindliche Grundsubstanz

hellt sich auf, wird stärker lichtbrechend, hyalin und blendend weiss. Im Gegensatze zu der Grundsubstanz des angrenzenden osteoiden Gewebes bleibt dieselbe bei Carminfärbung vollkommen ungefärbt (färbt sich dagegen mit Hämatoxylin). Auf diese Weise entsteht ein anfänglich dem embryonalen Knorpel durchaus ähnliches Gewebe, welches sich in kurzer Zeit in fertigen hyalinen Knorpel umwandelt. Uebrigens zeigt dieser Knorpel nicht allenthalben dieselbe Beschaffenheit, sondern besteht zum Theil aus grossen Zellen mit spärlicher Grundsubstanz, zum Theil aus kleineren Zellen mit mächtigerer Zwischensubstanz und gegen die Faserschichte des Periostes zu aus

Fig. 101.



Durchschnitt durch einen 52 Stunden alten Callus nach Fractur der Ulna vom Kaninchen. Beginnende Bildung von osteoidem Gewebe. a Knochenrinde. b Osteoide Neubildung. c Anlage eines Bälkchens, von Osteoblasten eingefasst. d Periost. Obj. 8. Hartnack. Nach Bajardi.

länglichen, fast spindelförmigen Zellen, welche in eine deutlich fasrige Grundsubstanz eingebettet sind.

Gleichzeitig mit dieser ersten Anlage des äusseren Callus gehen ähnliche Veränderungen auch in der Markhöhle vor sich. Zuerst findet man nur grossen Blutreichthum, auffallende Abnahme der Fettzellen und Wucherung der zelligen Elemente des Markes. Auch bei älteren Thieren, deren Knochen mit Fettmark angefüllt sind, verwandelt sich dasselbe innerhalb des Reizungsbezirkes in sogenanntes rothes embryonales oder entzündliches Mark. Dann bildet sich an der Innenfläche der Rinde eine Zone von osteoider Substanz; man findet Bälk-

chen verkalkter Grundsubstanz, welche mit Osteoblasten besetzt sind. Hie und da sieht man zwischen die Bälkchen eingeschlossen einzelne grosse Fettzellen, welche allmälig unregelmässig und kleiner werden. In der Nähe der Bruchfläche findet man dagegen auch im Mark zuweilen Neubildung von Knorpelgewebe mit charakteristischen Knorpelzellen und hyaliner Grundsubstanz; jedoch ist dessen Vorkommen nicht constant und zuweilen nur auf geringe Mengen beschränkt, so dass dann die Anlage des inneren Callus ganz oder zum grössten Theile aus osteoider Substanz besteht.

So hat sich nun die erste Anlage des äusseren und inneren Callus vollzogen. Durch fortschreitende Neubildung von osteoidem Gewebe und in reichlicherer Menge von Knorpelgewebe erreicht die Callusmasse innerhalb der ersten 14 Tage eine ansehnliche Mächtigkeit und umgibt die compakte Substanz der Bruchenden an ihrer äusseren und inneren Oberfläche. Die Hauptmasse besteht aus Knorpel, der jedoch der Knochenrinde nicht unmittelbar aufliegt, sondern noch durch eine schmale zellige Schichte getrennt ist. Nur die Ausläufer des Callus gegen die Grenzen des normalen Periostes zu bestehen aus osteoidem Gewebe, welches allmälige Uebergänge zum Knorpel aufweist.

§. 136. Ununterbrochen schreitet nun aber auch die Weiterentwicklung des jungen Gewebes zu fertigem Knochengewebe, die Ossifikation des Callus fort.

In dem osteoiden Gewebe werden die Bälkchen aus verkalkter Grundsubstanz allmälig zahlreicher und breiter, die grossen Maschenräume enger, und ihre Communikationen schliessen sich. Die Ränder der Hohlräume finden sich mit einem continuirlichen Belage von Osteoblasten nach Art eines Epithels ausgekleidet; es sind ziemlich grosse, mit grossen Kernen versehene Zellen, welche in einer Reihe und stellenweise so dicht gedrängt angeordnet sind, dass sie sich unter einander zu polygonalen Formen abplatten. Durch die Thätigkeit dieser Zellen werden im Innern der Markräume concentrische Schichten von Knochensubstanz angesetzt, indem sich die Osteoblasten in Knochenkörperchen umwandeln, welche zwischen die einzelnen Schichten eingeschlossen werden. Auf diese Weise geschieht die Ausfüllung der Maschen des geflechtartigen Knochens mit lamellösem Knochengewebe, welches sich durch regelmässige Schichtung und die Anordnung der Knochenkörperchen in regelmässigen Abständen auszeichnet.

Die Ossifikation des chondroiden Gewebes vollzieht sich in der Art, dass die Grundsubstanz verkalkt, die grossen knorpelähnlichen Zellen sich verkleinern und zackig werden und ihre spaltförmigen Communikationen sich zu feinen Ausläufern verengern. Es findet also eine direkte Umwandlung der Zellen in Knochenkörperchen statt.

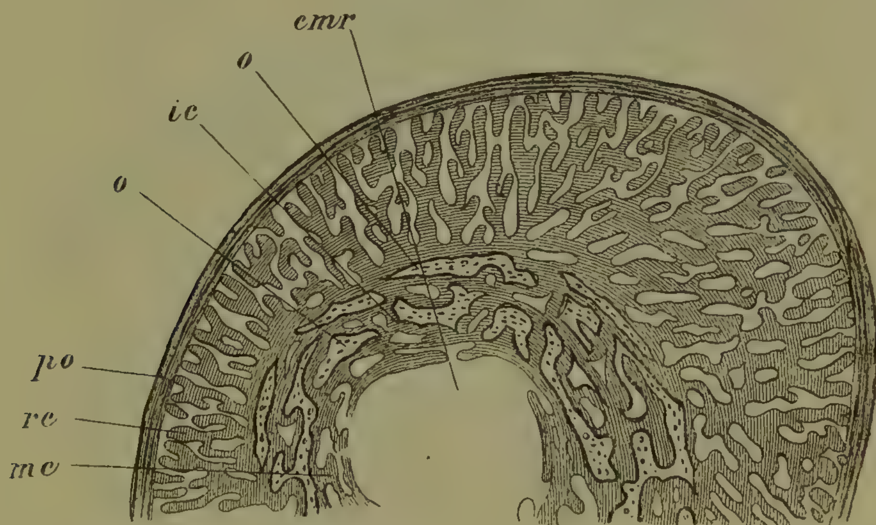
Die Verknöcherung des Knorpelcallus wird eingeleitet durch die Vaskularisation des Gewebes. Während anfangs in dem in grossen zusammenhängenden Massen angeordneten Knorpel die Gefässe fehlen, dringen nun von den äusseren Schichten des Periostes Gefässe in den Knorpel ein, und zwar zuerst aus demjenigen Theile des Periostes, der intakt mit der Rinde in Verbindung geblieben ist (Maas). Diese zuerst eindringenden Gefässe verlaufen nahe der Knochenrinde und

biegen theils schlingenförmig nach aussen gegen das abgelöste Periost um, theils treten sie mit den Gefässen der Knochenrinde in Verbindung. Die Verknöcherung beginnt daher in der Nähe des Knochens und schreitet von hier gegen die Peripherie fort.

Die Ossifikation erfolgt zum Theil in mehr diffuser Weise durch unmittelbare (metaplastische) Knorpelverknöcherung, zum andern Theil in mehr umschriebener Weise nach dem Modus der endochondralen Ossifikation.

Den ersteren Modus beobachtet man insbesondere in den peripheren Schichten des Callus sowie in den innerhalb der Markröhre gelegenen. Zuerst verkalkt die Grundsubstanz: die hyaline, weisse, durch Carmin ungefärbte Substanz wird dunkler, feinkörnig und färbt sich immer stärker mit Carmin, so dass endlich die Zellen in eine tiefrothe Intercellularsubstanz eingebettet sind. Mit der fortschreitenden Kalkinfiltration verkleinern sich die Zellhöhlen, werden strahlig

Fig. 102.



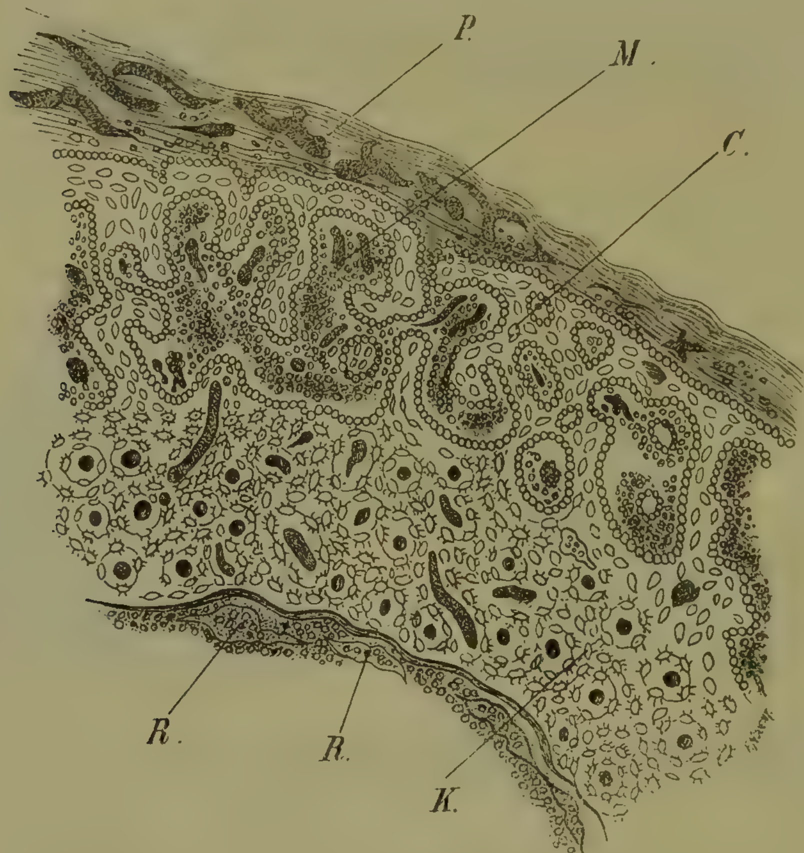
Querdurchschnitt durch eine Humerusfractur eines Kindes. Halbschematisch. po Periost. rc Rindencallus. o Knochensubstanz des einen Bruchendes. ic intermediärer Callus. mc Markcallus. cmr centraler Rest des Markkanales. Nach Thierfelder.

und zackig und nehmen unmittelbar die Form von Knochenkörperchen an. Daneben beobachtet man wieder andere Stellen, an denen der Process nach endochondralem Modus sich vollzieht. In der Umgebung der in den Knorpel eindringenden Gefässe kommt es gleichfalls zuerst zur Verkalkung der Grundsubstanz, dann aber auch zu Markraumbildung: die Knorpelkapseln werden eröffnet und an ihrer Stelle entstehen Markräume, welche Gefässe führen und mit Markzellen erfüllt sind, während daselbst Knorpelzellen nicht mehr nachweisbar sind. Diese Markräume sind von Bälkchen verkalkter Knorpelgrundsubstanz umgeben und enthalten ziemlich grosse rundliche oder vielgestaltige, gegen einander abgeplattete Zellen mit reichlichem körnigem Protoplasma und deutlichem Kerne. Von Seiten dieser Osteoblasten geschieht in der oben beschriebenen Weise die Anlagerung von lamellösem Knochengewebe, wodurch die Gefässmarkräume concentrisch verengt werden. Ausserdem findet man aber auch recht häufig unregelmässig geformte vielkernige Riesenzellen an den Stellen der beginnenden Knorpelver-

knöcherung, welche beweisen, dass hiebei gleichzeitig Einschmelzung von Knorpelbalken erfolgt.

Auf diese Weise stellt nun der neugebildete knöcherne Callus ein mit Markräumen durchsetztes Balkenwerk dar, welches aus säulenartig geordneten Knochenbälkchen sich aufbaut. Letztere sind, entsprechend der Anordnung der Gefässe, um welche sich die Knochensubstanz in Form „cylindrischer Mäntel" (Billroth) anlagert, theils schräg, theils senkrecht gegen die Knochenoberfläche gerichtet (siehe Fig. 102). Jedoch ist dieser Callus nur erst eine lockere poröse bimssteinartige Bildung, welche der normalen Spongiosa keineswegs entspricht. Die Anordnung der Knochenbälkchen ist durchaus nicht so regelmässig und auch die Schichtung der Lamellen nicht so genau concentrisch. Denn vielfach tritt auch die Verknöcherung namentlich bei spärlicher Gefässentwicklung nesterweise oder inselartig auf, so dass hie und da noch längere Zeit verkalkte Knorpelreste zwischen den Knochenbalken zurückbleiben.

Fig. 103.



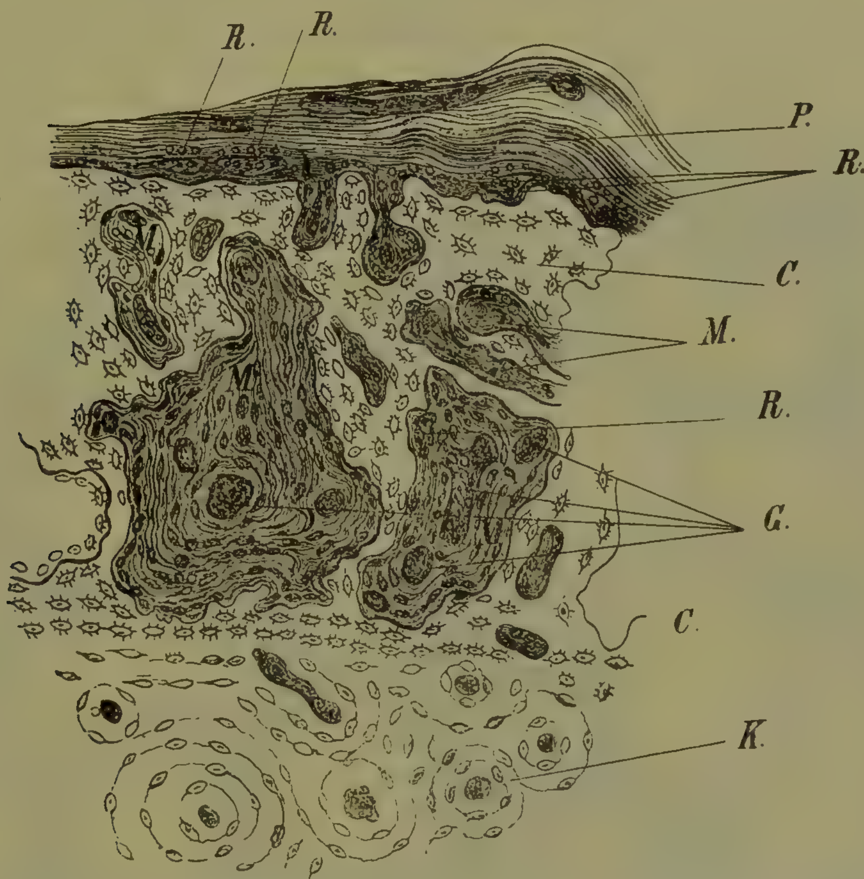
Querdurchschnitt durch einen 40 Tage alten Callus nach Tibiafractur von einem erwachsenen Kaninchen. Lebhafte Resorption an der Markhöhle und Apposition am Periost. P. Periost. M. Appositionsmarkräume. K. compakte Knochensubstanz. C. Callus. R. Riesenzellen. Nach Maas.

Während dieser Periode treten aber auch in der Bruchspalte sowie in der Substanz des alten Knochens Veränderungen auf. Die anfangs von Blutextravasat erfüllte Bruchspalte wird gleichfalls von neugebildetem Knorpelgewebe eingenommen, welches grösstentheils von dem periostalen Knorpelcallus stammt; vielleicht nehmen auch die

Weichtheile der Havers'schen Kanälchen, welche auf den Bruchflächen münden, an der Bildung desselben einigen Antheil. Die Verknöcherung des intermediären Knorpels geht auf dieselbe Weise wie beim Periostcallus vor sich.

Gleichzeitig haben sich in den angrenzenden Partieen der Knochenrinde Veränderungen eingestellt, welche rein passiver Natur und lediglich als Resorptionsvorgänge aufzufassen sind. Am frühesten und deutlichsten finden sie sich unmittelbar an den Bruchflächen sowie an der Aussen- und Innenfläche der Rinde, während sie gegen die Mitte des compakten Knochens mehr zurücktreten. Zuerst sind daselbst

Fig. 104.



Querschnitt durch einen 40 Tage alten Callus nach Tibiafractur vom Kaninchen mit äusserer Resorption. P. Periost, stark verdickt, R. Riesenzellen, G. Gefässe, M. Resorptionsmarkräume, C. Callus, K. compakte Knochensubstanz. Nach Maas.

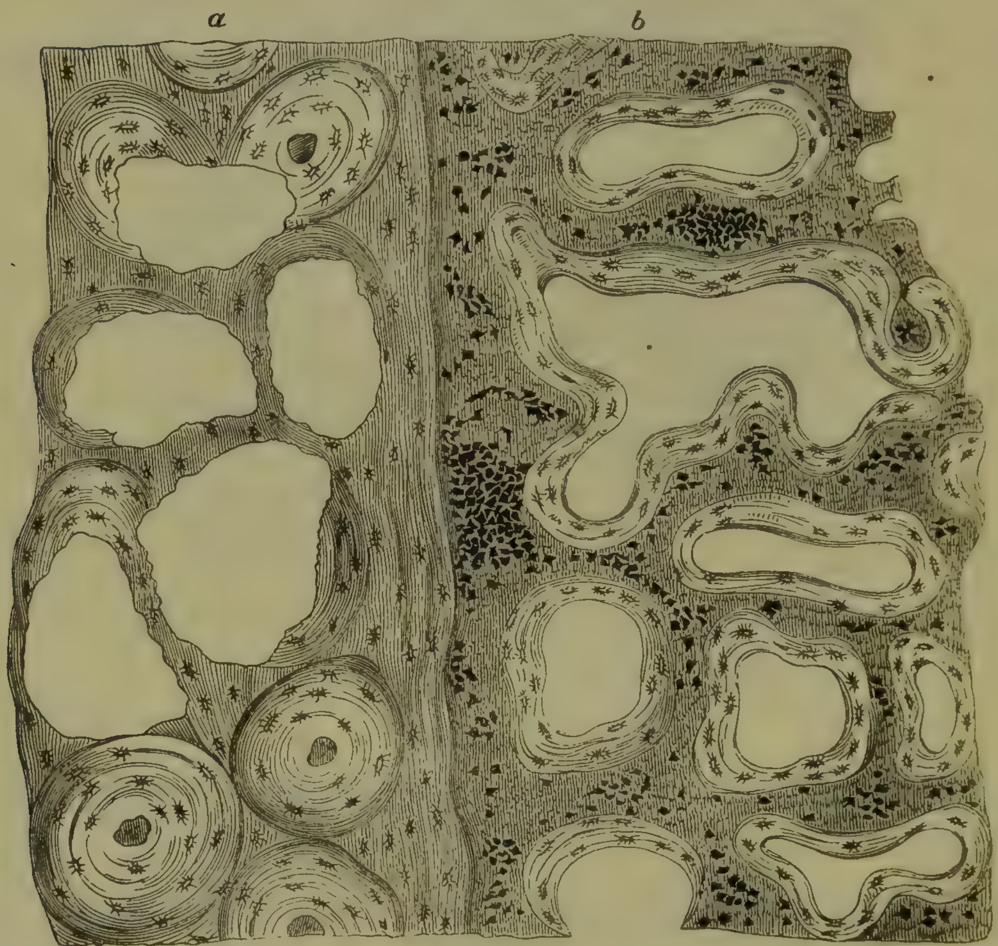
die Havers'schen Kanälchen mit äusserst zahlreichen kleinen runden Zellen erfüllt, welche in das perivaskuläre Bindegewebe derselben infiltrirt sind. Dieselben mögen ihren Ursprung theils einer perivaskulären Wucherung verdanken, theils aus den Blutgefässen ausgetretene Wanderzellen darstellen. Später finden sich die Havers'schen Kanälchen erheblich erweitert und stellenweise in kleine Markräume (Havers'sche Räume) umgewandelt. In Folge dieser lakunären Resorption wird die compakte Rinde poröser und erhält unebene buchtige Oberflächen. Die Knochenkörperchen erscheinen nach Aussehen, Form und Grösse in keiner Weise verändert.

§. 137. Mit den geschilderten Vorgängen schliesst die Bildung des Callus ab. An sie reiht sich unmittelbar die sog. Rückbildung

des Callus an, jedoch gehen beide Processe so in einander über und zum Theil neben einander her, dass der Zeitpunkt nicht zu bestimmen ist, wann gerade die Callusbildung beendigt ist und die Rückbildung beginnt. Bei letzterer handelt es sich um zweierlei Veränderungen: Der grössere Theil des neugebildeten porösen (spongioiden) Callus wird resorbirt, der zurückbleibende Theil durch Anbildung zu compakter Substanz verdichtet.

Am frühesten und lebhaftesten treten die Resorptionsvorgänge in der Markhöhle auf, so dass man die Innenfläche derselben bereits mit Riesenzellen besetzt findet, wenn an der Aussenfläche noch Apposition in den Markräumen stattfindet (Fig. 103). Dementsprechend pflegt

Fig. 105.



Fractura femoris vom Menschen, 4 Wochen alt. Querschliff durch den alten Knochen a und den neu aufgelagerten Callus b. Am alten Knochen Defekte durch Resorption einzelner Havers'scher Lamellensysteme: im Callus Balken unvollständig ausgebildeten Knochengewebes, welche durch Einlagerung vollkommen ausgebildeter Knochensubstanz verdrängt werden. Nach Volkmann.

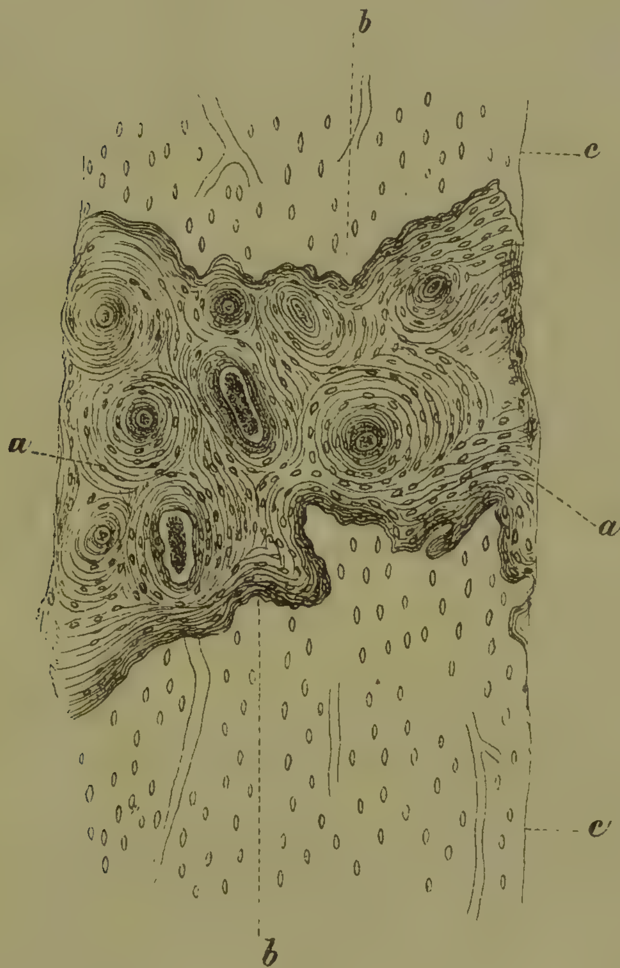
auch der innere Callus bereits grösstentheils resorbirt zu sein, wenn der äussere noch wenig reducirt ist. Die Stelle des inneren Callus wird, so lange der Resorptionsprocess dauert, durch rothes Mark ersetzt, welches sich von dem Fettmarke in der übrigen Markhöhle deutlich unterscheidet.

Von dem äusseren Callus verschwinden zuerst die peripheren an die umgebenden Weichtheile angrenzenden Partieen: an der äusseren

Oberfläche des Callus treten Resorptionsstellen auf, man erkennt buchtige Vertiefungen, in deren Grunde Riesenzellen lagern, und an die Stelle des resorbirten Callus tritt zellenreiches Bindegewebe. Auch in den tieferen Partieen des äusseren Callus geben sich Resorptionsstätten durch die Gegenwart von Riesenzellen im Inneren der Markräume zu erkennen; durch die Aufsaugung der die Markräume von einander trennenden Knochenbälkchen fliessen jene zu unregelmässigen, oft sehr ausgedehnten Räumen zusammen (Fig. 104).

Der andere Theil des Callus wird zu bleibendem normalem Knochen und wandelt sich grösstentheils in compakte Substanz um. Verfolgt man

Fig. 106.



Intermediärer Callus, 96 Tage nach der Fractur. Oc. 3, Obj. 2 Hartnack. a sklerosirte Knochensubstanz, b Kittlinie zwischen dem intermediären Callus und der alten Knochenrinde, c alte Knochenrinde. Nach Bajardi.

diesen Vorgang auf Längs- und Querschliffen durch die Grenze des neugebildeten und alten Knochens, so ist jener anfangs auf den ersten Blick von dem normalen Knochengewebe durchaus verschieden. Er bildet ein grobmaschiges Balkennetz, welches grössere und kleinere, unregelmässige, oft vielfach ausgebuchtete Räume einschliesst. Die regelmässige Anordnung der Balken ist noch wenig deutlich ausgesprochen, die Schichtung der Lamellen um die Gefässe weniger dicht und nicht genau concentrisch, die Knochenkörperchen sind grösser, länglich-rund, mit wenigen starken Ausläufern versehen, hie und da in dichten Haufen

beisammen (Fig. 105). Allmälig gleicht sich dann die Differenzirung des neuen und alten Knochengewebes aus. Bereits haben sich nämlich, wie im neuen so auch im alten Knochen Resorptionsräume entwickelt, und man sieht die normalen Lamellensysteme häufig durch neugebildete Markräume sowie durch die Balken des angelagerten intermediären Callus unterbrochen. Nun findet in diesen Grenzbezirken lebhafte Apposition in den Markräumen sowohl des alten als neuen Knochens statt, und man findet unmittelbar neben den sich vergrössernden Resorptionsräumen auch solche Markräume, welche in der Verkleinerung begriffen sind und sich dadurch als Appositionsräume verrathen, dass sich an ihren Wänden regelmässige Züge von Osteoblasten angelagert finden. In diesen letzteren lagern sich neue Knochenlamellen Schichte um Schichte an und verengern die Markräume um die Gefässe herum immer mehr, bis schliesslich nur das Gefäss selbst in denselben noch übrig bleibt. Jetzt ist das Gewebe dem normalen Knochen ganz ähnlich, die Knochenkörperchen liegen in regelmässigen Abständen, sind kleiner, länglicher und mit feinen Ausläufern versehen.

Schliesslich ist der äussere Callus auf eine Schichte compakter sklerosirter Knochensubstanz reducirt und innig mit der Knochenrinde verschmolzen, da beide in gleicher Weise durch die Osteoporose und nachträgliche Sklerose umgewandelt sind. Ebenso ist an die Stelle des intermediären Callus compakte und sklerotische Knochensubstanz getreten, welche sich von der alten Knochenrinde nur dadurch unterscheidet, dass die Lamellen dichter geschichtet sind, die Knochenkörperchen mit ihrem Längsdurchmesser senkrecht zur Achse des alten Knochens stehen und auch die Havers'schen Kanälchen in gleicher Richtung verlaufen (Fig. 106).

Cap. IV.

Theorie der Callusbildung.

Nachdem wir die makroskopisch und mikroskopisch wahrnehmbaren Veränderungen im Verlaufe der Fracturheilung Schritt für Schritt verfolgt haben, bleibt uns noch die Aufgabe, das Wesen der sich hiebei abspielenden Processe kurz zu charakterisiren und zusammenzufassen. Diess bietet uns zugleich Veranlassung, die zahlreichen wichtigen Fragen, welche noch Gegenstand der Controverse sind, hervorzuheben und die abweichenden Ansichten der Beobachter anzuführen, wenn es auch gänzlich ausserhalb der Grenzen dieser Arbeit liegt, in eine genauere Diskussion aller histologischen Detailfragen einzugehen.

§. 138. Wir betrachten die Callusbildung ihrem Wesen nach als einen auf entzündlichem Wege eingeleiteten Regenerationsvorgang, welcher das zerstörte Gewebe und die getrennte Continuität des Knochens durch Ersatz von neuer ächter Knochensubtanz wiederherstellt. Dieser Vorgang setzt jedenfalls im Beginn unter entzündlichen Erscheinungen ein, welche durch den traumatischen Reiz hervorgerufen werden. Denn die ersten Veränderungen, welche constant am

Perioste und sämmtlichen an die Bruchstelle angrenzenden Geweben beobachtet werden, bestehen in akuter Hyperämie, Exsudation und Emigration aus den Gefässen und lebhafter Zellenproliferation. Dagegen betrachtet Hueter diese Erscheinungen nur als die mechanischen Folgen einer durch Quetschung und Zerreissung von Gefässen bedingten Cirkulationsstörung und bezeichnet die ganze Callusbildung als eine „mechanisch angeregte Gewebshyperplasie“.

Allein wir wissen ja, dass durch Entzündungsreize aller Art dem Knochengewebe auch des ausgewachsenen Knochens die Fähigkeit wieder zurückgegeben wird, Knochen und Knorpel zu bilden. Zielen doch beispielsweise alle die Mittel, die uns für die Behandlung der nicht consolidirten Fracturen (Pseudarthrosen) zu Gebote stehen, darauf hin, die Bruchenden und ihre Umgebung in einen Zustand von Entzündung zu versetzen, weil erfahrungsgemäss die meisten, zumal traumatischen Entzündungsprocesse im Knochen und dessen nächster Nähe zur Knochenneubildung führen. Diese Thatsache ist neuestens wieder durch die Untersuchungen von F. Busch über die experimentelle Ostitis zur Evidenz dargethan, die sogar die völlige Identität der Vorgänge bei der Callusbildung und Knochenentzündung beweisen sollen.

Von diesem Standpunkte aus erhebt sich nun sofort die Frage, ob die entzündliche Knochenneubildung von den ausgewanderten weissen Blutkörperchen oder von den zelligen Elementen der präexistenten Gewebe ihren Ausgang nimmt?

Unter den Forschern der Gegenwart vertreten Cohnheim und Maas mit Entschiedenheit die Ansicht, dass die ganze Callusbildung ein Produkt der ausgewanderten weissen Blutkörperchen sei. „Es sind keine anderen Elemente als die extravasirten farblosen Blutkörperchen, aus denen zunächst grosse Bildungszellen werden, welche, indem ihnen von den alten und neuen Periostgefässen gerade das geeignete Material zugeführt wird, erst den knorpligen und dann den knöchernen Callus hervorbringen“ (Cohnheim). Maas hat versucht, den genetischen Zusammenhang der Wanderzellen mit den Knorpel-, Knochen- und Markzellen durch Zinnoberinjektionen experimentell zu beweisen und hiebei constatirt, dass nach vorheriger Anlegung eines Zinnoberdepots im subkutanen Gewebe und späterer Fractur eines Knochens nach 4—36 Tagen Zinnoberkörnchen in einzelnen Zellen des Periostes und Knorpels, in den Zellen der Knochenlücken und in den Rundzellen des Knochenmarkes sich vorfanden. Allein diese Versuche sind, wie Maas zugibt, nicht ausreichend beweiskräftig, dagegen scheint mir jene Theorie mit der Thatsache im Widerspruche zu stehen, auf die wir später ausführlicher eingehen werden, dass nämlich vollständig abgetrennte Theile des Periostes und Knochenmarkes nach ihrer Transplantation in's Unterhautbindegewebe Knochen produciren, während dieses bei transplantirten Stücken anderen Bindegewebes niemals der Fall ist. Denn in beiden Fällen wird das Ernährungsmaterial den transplantirten Gewebsstücken durch dieselben Gefässe des Unterhautbindegewebes zugeführt, und wie liesse es sich da erklären, dass den in die Wundhöhle ausgewanderten farblosen Blutkörperchen ganz differente gewebsbildende Eigenschaften zukommen sollten?

Es ist daher meines Erachtens die andere Auffassung allein berechtigt, nach welcher die Callusbildung auf einer Thätigkeit der Zellen

des präexistenten Knochengewebes beruht. Und zwar handelt es sich um gewisse eigenthümliche, specifische Zellen (des Periostes und Markes), welchen während der Periode des normalen Knochenwachsthums die Fähigkeit innewohnt, Kalksalze dem Blute zu entziehen und in sich aufzunehmen, und welche diese Fähigkeit durch entzündliche Reize wieder erlangen.

Hiemit stimmt die weitere Thatsache überein, dass die Callusbildung nach demselben Typus wie die physiologische Bildung und das Wachsthum der Knochen erfolgt. Es ist daher das an der Bruchstelle neuerzeugte Bildungsgewebe sowie die Art und Weise seiner Umwandlung in ächte Knochensubstanz dieselbe wie bei der normalen Knochenbildung, und aus diesem Grunde muss auch die Regeneration von denselben Organen und Bildungsstätten ihren Ausgang nehmen wie die physiologische Knochenbildung.

Somit fällt in den meisten Punkten die Theorie der Callusbildung mit der des normalen Knochenwachsthums zusammen, welche in neuerer Zeit eine fundamentale Umwandlung erfahren hat, ja sogar heute noch in dieser Wandlung begriffen ist. Es ist desshalb unerlässlich, eine kurze Skizze dieser neueren Anschauungen vorauszuschicken, ehe wir die Theorie der Callusbildung im Einzelnen weiter erörtern [1]).

Die frühere Anschauung ging von dem Satze aus, dass sämmtliche Gewebe aus der Gruppe der Bindesubstanzen sich direkt in einander umwandeln können. Man nahm also nur eine unmittelbare (sogenannte metaplastische) Verknöcherung des Bindegewebes und Knorpels an, welche einfach auf dem Wege erfolge, dass die Bindegewebs- und Knorpelzellen Sternform annehmen und zu Knochenkörperchen werden, während die Grundsubstanz sich in die dem Knochengewebe eigene Intercellularsubstanz verwandelt und durch Aufnahme von Kalksalzen verhärtet. Bei den knorpelig präformirten Knochen wurde demnach das Dickenwachsthum durch unmittelbare Ossifikation des bindegewebigen Periostes, das Längenwachsthum durch direkte Umwandlung des Knorpels erklärt.

Die neuere Lehre, von H. Müller angebahnt, durch Gegenbaur, Kölliker, Waldeyer, Stieda, Strelzoff, Steudener u. A. ausgebildet, beruht im Wesentlichen darauf, dass Knochenbildung und Knochenwachsthum nur durch Vermittlung des Markgewebes erfolgt (sogenannte neoplastische Ossifikation), indem sich die Markzellen in eigenthümliche, mit specifischen knochenbildenden Eigenschaften ausgestattete Zellen, die Osteoblasten (Gegenbaur) umwandeln. Allerorts, wo Knochensubstanz entsteht, geht also dem werdenden Knochen die Bildung und Vermehrung dieser Zellen in einer blutgefässreichen Grundlage voraus. Das Markgewebe selbst geht entweder nur aus dem Periost oder auch aus dem Knorpelgewebe hervor.

Bei der Entwicklung der knorpelig präformirten Knochen (z. B. allen langen Röhrenknochen) ist die perichondrale und endochondrale Knochenbildung zu unterscheiden; erstere dient vorwiegend dem Dickenwachsthum, indem sie den periostalen Knochenmantel entwickelt, letztere steht mit dem Längenwachsthum der Röhrenknochen in Zusammenhang.

Der perichondralen oder periostalen Knochenbildung geht eine Theilung des die knorpelige Anlage umgebenden Perichondrium in eine äussere faserige und eine innere vorwiegend zellige Schichte voraus. Die letztere, die sogenannte osteoplastische Schichte, bildet durch lebhafte Zellenbildung und Gefässentwicklung in Form zapfenartiger Einsprünge die periostalen Markräume, welche von bindegewebigen verkalkenden Balken (aus durchflochtenen Faser-

---

1) Bezüglich des näheren Details sei auf die übersichtliche Zusammenstellung der wichtigsten Arbeiten und ihrer Ergebnisse von F. Busch (Arch. für klin. Chir. XXI. 150) sowie auf die selbständigen Untersuchungen von Maas (Arch. für klin. Chir. XX, S. 708) verwiesen.

bündeln Kassowitz) umgrenzt sind. Die Bildungszellen wandeln sich in Osteoblasten um, welche sich epithelartig anlegen, und so werden die periostalen Markräume zu Bildungsräumen des periostalen Knochens.

Bei der endochondralen Knochenbildung geht zunächst die Wucherung, Richtung und Vergrösserung der Knorpelzellen und die (provisorische) Verkalkung der Intercellularsubstanz voraus. Unter dem Einflusse der aus dem benachbarten Knochenmarke in den verkalkten Knorpel vordringenden Blutgefässe, welche dem Verbreitungsbezirke der Arteria nutritia angehören und schlingenförmig umbiegen, verschwindet der Kalk wieder, zugleich aber auch die Wand der Zellhöhlen, welche somit zu primären Markräumen werden. Diese letzteren sind mit Gefässen und Markzellen erfüllt, während Knorpelzellen daselbst nicht mehr nachweisbar sind. Ein Theil der Markzellen erscheint nun als Osteoblasten, welche epithelartig die Innenwände der Markräume auskleiden und ächte Knochensubstanz produciren.

Bei den beiden eben geschilderten Arten der Knochenbildung ist demnach in so weit der Vorgang derselbe, als der Entstehung des Knochengewebes die Bildung von Markgewebe und Osteoblasten vorausgeht. Die Periostosteoblasten gehen aus der Wucherungsschichte des Periostes hervor, dagegen ist die Herkunft der Osteoblasten im Knorpel noch Gegenstand der Controverse. Nach der einen Ansicht (H. Müller, Virchow, Ranvier, Waldeyer, Brunn, Leboucq, Klebs, Maas) sind sie Abkömmlinge der Knorpelzellen, indem durch die eindringenden Gefässe die Kapseln gesprengt werden, und die frei gewordenen Knorpelzellen sich in Heerde von Markzellen und diese wieder in Osteoblasten umwandeln. Nach der anderen Ansicht (Gegenbaur, Rollet, Frey, Levschin, Lovén, Kölliker, Stieda, Strelzoff, Steudener) stammen die letzteren von der osteoplastischen Schichte des Periostes und dringen mit den Gefässen in die verkalkte Knorpelanlage ein, während die Knorpelzellen hiebei keinen aktiven Antheil nehmen, sondern zu Grunde gehen. Nach dieser letzteren Ansicht lässt sich der Vorgang der Knochenbildung im Wesentlichen dahin zusammenfassen, dass derselbe nur von den Zellen der Bildungsschichte des Periostes ausgeht, welche in die von letzterer umhüllte bindegewebige oder knorpelige Anlage eindringen und sie bis auf einzelne Reste zum Schwinden bringen; diese Reste verkalken und dienen so als Stützbalken für das neu zu bildende Knochengewebe.

Die Art und Weise der Knochenbildung von Seiten der Osteoblasten geschieht so, dass diese sich in Knochenkörperchen umwandeln, während die fibrilläre Grundsubstanz entweder durch Abscheidung von Seiten der Osteoblasten entsteht (Gegenbaur), oder durch Auswachsen von Fortsätzen derselben, oder endlich durch Umwandlung eines Theiles ihres peripheren Protoplasma, so dass blos ihr centraler, kernhaltiger Theil als Knochenkörperchen persistirt (Waldeyer, Stieda).

Neben der Apposition von Knochengewebe geht an der Aussen- und Innenfläche des Knochens eine Resorption desselben einher. Sie erfolgt durch grosse vielkernige Zellen, die Riesenzellen oder Osteoklasten (Kölliker), welche an allen Resorptionsstellen in den sie aufnehmenden Howship'schen Lakunen angetroffen werden. Ihre Herkunft wird sehr verschiedenartig gedeutet: sie entstehen entweder aus den Osteoblasten durch Vergrösserung des Zellkörpers und Vermehrung der Kerne (Kölliker) oder durch Proliferation von Adventitiazellen der Blutgefässe (Wegener), oder aus weissen Blutkörperchen (Recklinghausen, Nasiloff) oder aus zusammengeflossenen Markzellen (Rustizky) oder endlich aus freigewordenen Knochenzellen, deren Kerne sich vermehrt haben (Bredichin, Rindfleisch, Klebs).

Der vorstehend kurz skizzirte Typus der normalen Knochenbildung durch Apposition und Resorption und durch Vermittlung bestimmter Bildungszellen ist gegenwärtig von der Mehrzahl der Anatomen acceptirt, nur gehen die Ansichten darin auseinander, dass ein Theil der Beobachter nur diese eine Art der Knochenbildung als die ausschliesslich vorkommende gelten lässt, während ein anderer Theil eine mehrfache Entstehung nach metaplastischem und neoplastischem Typus annimmt.

§. 139. Gehen wir nun an die Erklärung der bei der Fracturheilung sich abspielenden Processe, so knüpfen die nächsten und wichtigsten Fragen an die über die Herkunft des Callus an. Denn sie

schliesst zugleich die Frage in sich, in welcher Weise das Periost sammt den umgebenden Weichtheilen, ferner das Knochenmark und die compakte Knochensubstanz an dem Regenerationsvorgange betheiligt sind.

Es unterliegt nicht dem geringsten Zweifel, dass dem Periost die bedeutendste und wichtigste Rolle bei der Knochenregeneration zuzuschreiben ist. Durch die Experimente von B. Heine, die Transplantationsversuche von Flourens, Ollier, J. Wolff, Maas u. A., sowie durch die Erfahrungen am Menschen seit Einführung und Ausbildung der subperiostalen Resectionen durch B. v. Langenbeck sind die osteoplastischen Eigenschaften des Periostes zur Genüge bewiesen und allgemein anerkannt. Unbestritten ist daher das Periost die wesentliche Bildungsstätte des äusseren Callus. Und zwar ist hiebei vorzugsweise die tiefere, Osteoblasten tragende Schichte des Periostes betheiligt, welche beim wachsenden Knochen die Bezeichnung Proliferationsschicht (Virchow), Cambiumschicht (Billroth), osteoplastische Schicht (Strelzoff) oder periostales Mark (Ranvier) erhalten hat. Denn letztere allein zeigt bei Transplantationen knochenbildende Eigenschaften, während diese Fähigkeit um so stärker beeinträchtigt wird, je vollständiger vorher die Osteoblastenschichte entfernt worden ist, so dass die äusseren Periostschichten allein transplantirt gar keinen oder höchstens ganz spärlichen Knochen produciren.

Der Hergang bei der Entstehung des Periostcallus, wie wir ihn im vorhergehenden Capitel beschrieben haben, entspricht dem beim normalen Knochenwachsthum. Die entzündlich gereizte osteogene Schichte des Periostes liefert ein Bildungsgewebe, welches entweder unmittelbar oder nach vorgängiger Knorpelbildung die Verknöcherung eingeht. In letzterer Beziehung bietet der junge Callus bei Menschen und Thieren eine auffallende Verschiedenheit dar. Während nämlich bei den gewöhnlichen Versuchsthieren, den Kaninchen und Hunden, der Callus grösstentheils zuerst aus Knorpel besteht und darauf verknöchert, ist nach den übereinstimmenden Angaben der Beobachter beim Menschen (ausgenommen etwa bei kleinen Kindern) die direkte Verknöcherung des periostalen Bildungsgewebes die Regel; nur stellenweise werden auch hier in der Wucherungszone des Periostes Knorpelinseln vorgefunden, wie solche von F. Busch auch bei der Knochenentzündung beobachtet worden sind.

Hinsichtlich der Entstehung des Knorpelcallus von Seiten des Periostes ist der neuerdings von Kassowitz gelieferte Nachweis von grosser Bedeutung, dass solche periostale Knorpelbildung auch im Verlaufe der normalen fötalen Entwicklung vorkommt, wie besonders an der Tuberositas radii, den Gelenkenden der Clavicula, der Spina scapulae, und ausserdem besteht bekanntlich die mächtige Knorpelproduktion bei der Geweihbildung in der Klasse der Cervina aus periostalem Knorpel. Desgleichen ist daran zu erinnern, dass vollständig abgetrennte und transplantirte Perioststücke gleichfalls zuerst in kleinzelligen hyalinen Knorpel und dann in Knochensubstanz sich umwandeln. Nur ist dieser periostale Knorpel offenbar nicht völlig identisch mit dem gewöhnlichen Hyalinknorpel, wie schon daraus hervorgeht, dass jener, wie ich bestimmt nachweisen konnte, zum Theil durch einfache Metaplasie in Knochen übergeht, während diese bei der endochondralen Ossifikation nicht vorkommt.

§. 140. Ist nun aber das Periost die einzige Quelle des äusseren Callus oder können auch die umgebenden Weichtheile an der Bildung desselben Theil nehmen?

Diese Frage ist noch nicht endgültig entschieden. Wie schon früher Dupuytren und Cruveilhier eine Ossifikation aller zerrissenen Weichtheile an der Bruchstelle, also nicht nur des Periostes und angrenzenden Bindegewebes, sondern auch der Muskeln, Sehnen, Aponeurosen annahmen, und namentlich Flourens sogar einen eigenen Muskelcallus unterschied, so ist auch die Mehrzahl der neueren und neuesten Autoren, wie R. Hein, Schweigger-Seidel, Virchow, Gurlt, Billroth, Volkmann u. A. der Ansicht, dass das Bindegewebe der umliegenden Weichtheile, namentlich das intermuskuläre Zellgewebe zur Callusbildung beizutragen pflegt. Dagegen schliesse ich mich entschieden der Ansicht derjenigen an, welche, wie C. O. Weber, Maas, F. Busch, eine derartige Theilnahme der Weichtheile bei der normalen Callusbildung in Abrede stellen.

Dass bei Fracturen ohne erhebliche Verschiebung der Bruchenden und ohne bedeutende Verletzung der Weichtheile das Periost allein den äusseren Callus producirt, lässt sich bei frischen Fracturen sicher erkennen; die umgebenden Weichtheile tragen nur durch lebhafte entzündliche Bindegewebswucherung zur Verdickung des Periostes bei, die Muskeln können durch interstitielle Entzündung fibrös werden, die Nerven und Gefässe sich mit verdickten Scheiden umgeben. Handelt es sich jedoch um Fracturen mit bedeutender Zerreissung und Ablösung des Periostes, mit starker Dislokation der Fragmente, vielleicht auch mit Absprengung von Knochensplittern mit anhaftendem Perioste, so kommt stets ein sehr massiger Callus mit zahlreichen Zacken, Höckern und Stacheln zu Stande, welche in die benachbarten Weichtheile und namentlich auch zwischen die Muskeln hineinragen. Unter diesen Umständen muss allerdings die Unterscheidung sehr schwer fallen, ob die Knochenbildung thatsächlich auf die Weichtheile übergegriffen oder sie nur verdrängt hat. Wenn man als Beweis für die erstere Annahme die knöcherne Umschliessung angrenzender Organe, wie der Nerven und Gefässe, anführt, so können letztere ja auch durch abgelöste Periostfetzen umfasst worden sein. Man braucht blos das Experiment von Ollier zu wiederholen und einen ganz abgelösten oder noch durch eine Brücke adhärenten Periostreifen um einen Muskel herumzulegen, um später denselben von einem Knochenringe eingeschlossen zu finden. Dagegen kann die von F. Busch an entzündeten Knochen gemachte Beobachtung, dass die benachbarten Organe von den noch so reichlichen periostalen Knochenneubildungen niemals umschlossen, sondern nur verdrängt werden, wohl zum Beweise dafür dienen, dass die Knochenbildung in solchen Fällen die Grenzen des Periostes nicht überschreitet; denn hier gestalten sich natürlich die Verhältnisse weit einfacher, da keine Periostabtrennungen stattgefunden haben. Ueberdies kommt Busch zu derselben Annahme durch den mikroskopischen Befund bei entzündlichen, periostalen Auflagerungen, indem die Wucherungszone fast ausschliesslich aus epithelähnlich geformten und angeordneten Zellen besteht, welche nicht wohl aus einfachem Bindegewebe, sondern nur aus der gewucherten osteogenen Schichte des Periostes hervorgegangen sein können — man müsste denn die

Annahme voraussetzen, dass bei entzündlichen Zuständen nicht blos das Periost, sondern auch die umgebenden Weichtheile zu ausgedehnter Markbildung angeregt werden. Endlich spricht gegen die Annahme eines Muskelcallus, dass, abgesehen von den seltenen Fällen accidenteller Muskelverknöcherung, sich stets nach Abschluss der Fracturheilung nicht nur die Function der Muskeln wieder herstellt, sondern auch bei der anatomischen Untersuchung sämmtliche Muskeln erhalten finden.

Die vorliegende Frage steht im engsten Zusammenhange mit der gleichfalls in verschiedenem Sinne beantworteten Frage, ob das Periost aus dem umgebenden Bindegewebe regenerirt werden kann. Denn ist letzteres der Fall, so muss natürlich auch die Betheiligung dieses Bindegewebes an der Callusbildung zugegeben werden. Die Entscheidung hierüber gibt nur das Experiment. R. Hein hatte allerdings auf Grund seiner Thierexperimente diese Art von Periostregeneration als erwiesen angenommen, allein bei seinen Versuchen nur so kleine Stücke des Knochens sammt dem Perioste resecirt, dass die Regeneration des Periostes und Knochens ebenso gut von den zurückgebliebenen Theilen derselben ausgegangen sein kann. Dagegen ergeben die von A. Wagner, Ollier und Maas angestellten Experimente das übereinstimmende Resultat, dass das Periost aus dem Bindegewebe der Umgebung nicht neugebildet werden kann, wie es ja auch experimentell festgestellt ist, dass von dem Periost selbst nur die tiefen Schichten knochenbildende Eigenschaften besitzen.

Die Experimente von Wagner, Ollier und Maas wurden so angestellt, dass an verschiedenen Thieren und Knochen theils grössere Knochenstücke, theils ganze Knochen sammt dem Periost resecirt wurden. Bei den sehr zahlreichen Versuchen kam niemals Regeneration der resecirten Knochenpartie zu Stande, sondern beide Knochenstümpfe zeigten sich nur durch Bindegewebsstränge verbunden; zuweilen fanden sich an den Knochenstümpfen selbst kleine Knochenauswüchse, welche von dem Periost derselben ausgingen und allenfalls bei ungenauer Untersuchung von dem umgebenden Bindegewebe zu stammen schienen.

Ist somit das Bindegewebe der Umgebung nicht im Stande, das Periost zu ersetzen, so spielt es auch bei der Callusbildung unter gewöhnlichen Verhältnissen keine Rolle. Wo es fehlt, muss es sich erst regeneriren. Die Callusbildung ist daselbst verzögert und geht wesentlich von den Grenzen des erhaltenen Periostes aus. Zum Beweise hiefür dienen einige recht instruktive Versuche von Ollier.

Ollier entfernte zunächst bei Kaninchen ein ringförmiges Stück des Periostes von der ganzen Cirkumferenz der Diaphyse, wartete hierauf, um Eiterung zu verhüten, die Heilung der Wunde ab und brachte nun an derselben Stelle eine Fractur zu Stande. Die Folge war eine bedeutende Verzögerung der Consolidation, welche 8 Wochen in Anspruch nahm, während dieselbe Fractur bei einem anderen Kaninchen von demselben Wurfe in 14 Tagen consolidirt war. Noch viel bedeutender war die Verzögerung, wenn statt der einfachen Ablösung die Abschabung des Periostes vorausgeschickt war. In einem solchen Falle fand sich nach 12 Tagen noch keine Spur von äusserem Callus an der Bruchstelle, jedoch beiderseits an den Grenzen des intakten Periostes ein massiger Knorpelcallus und das Mark verknöchert.

§. 141. Wir kommen zur Entstehungsweise des inneren, innerhalb der Markröhre gelegenen Callus. Die Frage lautet: ist der intramedulläre Callus ein Produkt des Markgewebes oder

dringt er von aussen ein als Theil des äusseren periostalen Callus? Oder kurz: kann das Knochenmark überhaupt verknöchern, ist es also als ein Organ der Knochenregeneration zu betrachten?

Wenn wir versuchen wollen, diese alte und vielerörterte Frage in positivem Sinne zu entscheiden, so muss das Beweismaterial auf verschiedenem Wege beigebracht werden. Denn unter allen Umständen können nur solche Knochenproduktionen innerhalb der Markröhre als beweiskräftig gelten, bei denen eine Mitwirkung des Periostes überhaupt nicht in Frage kommen kann. Bei der Untersuchung des Fracturcallus selbst trifft diess jedoch fast niemals zu, da eben, sobald die Markhöhle eröffnet ist, auch die periostale Knochenwucherung Gelegenheit zum Eindringen in dieselbe findet.

Zunächst ist es jetzt nachgewiesen, dass das Knochenmark sich an dem normalen Wachsthum der Röhrenknochen, wenigstens während einer bestimmten Periode desselben betheiligt. Es geht nämlich aus den Versuchen mittelst Krappfütterung von Brullé, Hugueny und Ollier sowie namentlich aus den genauen Untersuchungen von Schwalbe hervor, dass in einer gewissen Periode des postembryonalen Wachsthums an der Innenfläche der Markröhre eine Apposition von lamellärem Knochengewebe von Seiten des Markes stattfindet.

Nach den Untersuchungen von Schwalbe wächst die Diaphyse der Röhrenknochen innerhalb der ersten 6 Monate vom Periost aus nach embryonalem Modus weiter. Dann tritt ein Stadium der Osteoporose auf, in welchem eine Vergrösserung der Markhöhle und von derselben aus fortschreitend eine Ausweitung der Gefässkanäle zu den Havers'schen Räumen stattfindet. Dann folgt, gleichfalls von diesen inneren Partieen ausgehend, die Anlagerung des lamellären Knochengewebes, und zwar von Seiten des Markes auf die der Markhöhle zugekehrten Knochenbälkchen in Form innerer Grundlamellen sowie in den Havers'schen Räumen in Form des Havers'schen Lamellensystems. Die Bildung der Knochenlamellen schreitet allmälig von innen bis zur periostalen Oberfläche fort, während das Periost an derselben bis zum vollendeten 4. Lebensjahr keinen wesentlichen Antheil nimmt.

Ist nun aber eine wenn auch beschränkte Theilnahme des Markes beim Knochenwachsthum erwiesen, so liegt natürlich auch die Annahme sehr nahe, dass am ausgewachsenen Knochen das Markgewebe ebenso wie das Periost durch entzündliche Reize seine knochenbildenden Eigenschaften wieder erhält. In dieser Beziehung mag noch daran erinnert sein, dass auch am ausgewachsenen Knochen die Innenfläche der Gefäss- und Markräume eine Auskleidung von Zellen besitzt, welche von Gegenbaur, Waldeyer und F. Busch als Ueberreste der Osteoblasten gedeutet worden sind.

Zur endgültigen Entscheidung unserer Frage sind die Resultate der vielfach angestellten Experimente über die Ossifikationsfähigkeit des Markes heranzuziehen.

Maas ist der Einzige, welcher durch eine grosse Zahl sinnreicher Experimente zu dem Resultate kam, dass das Knochenmark überhaupt nicht der Verknöcherung fähig ist und an der Callusbildung nur durch lebhafte Resorptionsvorgänge sich betheiligt. Die intramedullären Knochenbildungen nach künstlicher Markzerstörung und bei der Fracturheilung erklärt er für ausschliesslich periostalen Ursprunges, indem sie durch die äusseren Oeffnungen in die Markhöhle eindringen.

Von seinen Versuchen hält Maas diejenigen für besonders beweisend, in denen bei intaktem Knochenmarke ein Stück der Knochenwand resecirt, die Lücke im Knochen durch ein subperiostal aufgelegtes Platinaplättchen geschlossen wurde, und der Defekt selbst nach Wochen noch nicht ausgefüllt war, während die periostalen Auflagerungen das Plättchen bedeckten. Ueberdiess fand er, dass bei Fracturen, welche an den marklosen Oberarmknochen der Vögel oder an solchen Knochen gemacht wurden, deren Mark unmittelbar vorher zerstört und durch Ausspritzen vollständig entfernt worden war, die Form und Ausdehnung des Callus sich durchaus so verhielt, wie bei den markhaltigen Knochen.

Diesen Ergebnissen stehen nun aber die Resultate zahlreicher Versuche gegenüber, welche von verschiedenen Experimentatoren auf die mannigfaltigste Weise angestellt den Beweis liefern, dass das entzündlich gereizte Markgewebe in der That verknöchern kann. Für beweiskräftig können natürlich nur solche Versuche gelten, in denen die Mitwirkung des Periostes ausgeschlossen werden kann. Indem wir daher die älteren Versuche, welche in dieser Beziehung nicht ganz tadellos sind, übergehen, mögen die wichtigsten nachstehend kurz zusammengestellt werden.

Hilty stellte zahlreiche Versuche in der Art an, dass er von der Epiphyse aus die Markhöhle mit einem feinen Bohrer eröffnete und sofort das Bohrloch mit einem eingetriebenen Elfenbeinzapfen verschloss, oder dass er die Markhöhle durch Resektion eines kleinen Stückes der Knochenwand bloslegte und den Defekt durch ein Elfenbeinplättchen nach Art eines Schiebdeckels vollständig schloss, oder endlich so, dass er die Markhöhle anbohrte und einen Silberdraht in dieselbe einführte. Stets wurde die Bildung eines selbständigen Markcallus beobachtet, welcher zuerst knorpelig war und rascher als der Periostcallus verknöcherte.

Ollier, welcher die grösste Zahl von Versuchen über Knochenregeneration angestellt hat, fasst seine Resultate bezüglich des Knochenmarkes dahin zusammen, dass das transplantirte Knochenmark keinen Knochen bildet, dass es dagegen in seinem normalen Zusammenhange mit dem Knochengewebe und bei genügend starker Reizung „sehr häufig, fast constant“ ossificirt und bei der Callusbildung eine reichliche Knochenneubildung zu liefern vermag.

Wegner beobachtete bei seinen Versuchen mit Phosphorfütterung auch bei erwachsenen Thieren eine Verknöcherung des Markes, und zwar namentlich der peripheren Lagen mit Verengerung der Markhöhle, bei Hühnern sogar mit vollständiger Verschliessung derselben durch innen angelagerte ächte Knochensubstanz.

F. Busch fand bei seinen experimentellen Untersuchungen über Ostitis und Necrose in mehreren Fällen Markverknöcherung ohne Mitwirkung des Periostes, nämlich beim Anbohren der Markhöhle und Verschluss des Bohrloches mit einem Laminariastifte, ferner nach Entblössung einer Strecke des Knochens vom Periost und Umwicklung mit Leinewand (Verfahren von Meding), sowie nach Injektion einer kleinen Menge regulinischen Quecksilbers in die Art. nutrit. der Tibia (Verfahren von W. Koch). In den beiden letzteren Versuchen bestand überhaupt keine abnorme Communikationsöffnung zwischen der Innen- und Aussenfläche des Knochens, so dass die intramedulläre Knochenneubildung mit Sicherheit auf die Thätigkeit des Markes zu beziehen war.

Endlich hat neuestens Bidder Versuche mit Anbohrung der Markhöhle der Tibia von der oberen Gelenkfläche aus und Einführung von Knochenstäben oder Injektion von Milchsäure ausgeführt und hiedurch bei jungen Thieren Markcallus erzielt, während er bei erwachsenen Thieren vermisst wurde.

Die angeführten experimentellen Resultate sind an und für sich durchaus beweiskräftig, nur liesse sich allenfalls noch der Einwand erheben, dass es eben ganz abnormer oder gewisser specifischer Reize bedürfe, um das Mark zur Knochenproduktion anzuregen, wie es ja auch seltene Fälle von sogenannter Osteosklerose gibt, in denen fast der ganze Inhalt der Markhöhle durch elfenbeinartige Substanz ersetzt

ist. Die Markverknöcherung wäre somit nur analog der exceptionellen Verknöcherung von Muskelgewebe, Hodengewebe u. s. f. Um daher zu entscheiden, ob die knochenbildende Fähigkeit dem Marke in demselben Sinne wie dem Perioste als eine physiologische Eigenschaft zukommt, lag es nahe, denselben Weg wie beim Perioste, nämlich mittelst Transplantation von Knochenmark einzuschlagen.

Solche Versuche sind schon von mehreren Experimentatoren angestellt worden. Ollier und Maas erzielten bei einer grossen Anzahl von Marktransplantationen an den verschiedensten Versuchsthieren nur negative Resultate, während Goujon und Baikow eine Anzahl erfolgreicher Versuche angestellt haben.

Meine eigenen Versuche wurden an Hunden, Kaninchen und Hühnern angestellt. 66 Transplantationen von einem Thiere auf das andere waren sämmtlich erfolglos, unter 19 Versuchen an einem und demselben Thiere hatten 12 Erfolg. Bei diesen letzteren liess sich constatiren, dass die Ossifikation des transplantirten Markcylinders von mehreren isolirten Heerden ausgeht, welche vom 12.—14. Tage an auftreten und nach 22—24 Tagen zu einem zusammenhängenden Knochenstückchen verschmolzen sind. Der Knochen besitzt alle Charaktere des ächten Knochengewebes und etwa die halbe Grösse des transplantirten Markcylinders.

Seither hat Th. Kölliker eine weitere Bestätigung meiner Ergebnisse durch erfolgreiche Marktransplantationen in die vordere Augenkammer und Bauchhöhle desselben Thieres geliefert.

Meine Versuche, in denen das transplantirte Knochenmark, trotz der äusserst ungünstigen Bedingungen bei der Verpflanzung, ächtes Knochengewebe producirte, beweisen unwiderleglich, dass das Knochenmark ebenso wie das Periost als Organ der Knochenregeneration zu betrachten ist. Meine Versuche beweisen überdiess, dass nicht blos das Mark wachsender Thiere bei Transplantationen verknöchert, sondern auch bei Thieren, welche bereits ausgewachsen sind und deren Mark grösstentheils verfettet ist. Das Mark erhält also ebenso wie das Periost, nach dem Abschlusse des Wachsthums durch entzündliche Reize seine knochenbildende Eigenschaft wieder. Dagegen haben die Transplantationen bei alten Thieren mit reinem Fettmarke keinen Erfolg.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass in einzelnen seltenen Ausnahmsfällen auch am Fracturcallus selbst, also trotz der Eröffnung der Markröhre, die Abkunft des inneren Callus vom Marke zu erkennen ist, ohne dass hiebei die Mitwirkung des Periostes in Frage kommen kann. Es mag genügen, einen solchen von Broca [1]) mitgetheilten und einen von mir selbst beobachteten ganz analogen Fall anzuführen.

In beiden Fällen handelte es sich um jugendliche Individuen im Alter von 15 und 17 Jahren, welche eine Spiralfractur des oberen Endes der Diaphyse des Femur erlitten hatten und nach 4—8 Wochen gestorben waren. In beiden Fällen fand sich die Markhöhle in der für Spiralfracturen typischen Weise eine grosse Strecke weit eröffnet und vollständig mit neugebildetem zartem spongiösem Knochengewebe erfüllt, welches noch in Form eines rundlichen Pfropfes aus der Mündung des Markkanales hervordrang. Die Bruchränder waren eine Strecke weit (in meinem Falle 3—4 mm breit) vom Periost entblösst, mit glatter Oberfläche, nekrotisch, dagegen nach aussen von der Demarkationslinie mit unregelmässigen Auflagerungen von Periostcallus bedeckt. Es fand sich somit eine ausgedehnte Knochenbildung in der Markhöhle ohne jeden Zusammenhang mit dem Periostcallus, vielmehr getrennt von demselben durch eine Partie nekrotischer Rinde.

---

[1]) Gaz. hebd. 1859, Nr. 36, p. 564.

Durch die übereinstimmenden Ergebnisse aller dieser Beobachtungen ist die knochenbildende Fähigkeit des Markes und somit die Existenz eines autochthonen Markcallus unzweifelhaft erwiesen. Dagegen tritt allerdings seine Bedeutung gegenüber der des Periostcallus weit zurück: sein Vorkommen ist, wie es scheint, im erwachsenen Alter nicht ganz constant, und wie die Experimente von Maas jedenfalls beweisen, kann er durch den in die Markhöhle eindringenden Periostcallus ersetzt werden. Ueberdiess ist die Menge und Ausdehnung des Markcallus meist weit geringer, als die des äusseren, indem zuweilen nicht einmal ein die Markhöhle ganz verschliessender Zapfen, sondern nur ein dünner Ring an der Wand des Markkanales zu Stande kommt. Nur in seltenen Fällen kann der Markcallus sogar ausgedehnter sein als der Periostcallus, wie es beispielsweise Ollier bei Versuchen am Hammel und ich selbst bei einem Versuche am Hunde beobachten konnte; letzterer betraf eine frische Fractur in der Mitte der Tibia, bei welcher am 10. Tage der Markcallus fast die ganze Länge der Markhöhle an beiden Bruchstücken einnahm und bereits verknöchert war, während der äussere Callus noch weich und erst im Beginne der Verknöcherung war..

Ueber die feineren Vorgänge bei der Histogenese des Markcallus gehen die Ansichten noch recht weit auseinander. Vielleicht erklärt sich das zum Theil aus der verschiedenen Herkunft desselben, je nachdem er ausschliesslich aus dem Marke entsteht oder theilweise vom Periost geliefert wird. Zunächst steht so viel fest, dass das gelbe Mark der ausgewachsenen Knochen, ehe es sich zur Verknöcherung anschickt, eine Umwandlung eingeht, welche treffend als „Verjüngung“ (Ollier) bezeichnet worden ist: durch Schwinden der Fettzellen und Wucherung der Markzellen erhält es wieder das Aussehen und die Zusammensetzung des rothen embryonalen Markes. Bezüglich des Modus der Ossifikation, auf die wir hier nicht näher eingehen, wird von dem einen Theil der Beobachter eine unmittelbare Verknöcherung, von dem anderen Theile eine vorgängige Knorpelbildung angenommen, von dem einen eine Betheiligung der Markzellen, von dem anderen nur die Betheiligung des Bindegewebes des Markes behauptet.

Nach meinen eigenen Untersuchungen unterliegt es keinem Zweifel, dass das Mark theils direkt in osteoide Substanz und geflechtartiges Knochengewebe sich umwandelt, theils zunächst in Knorpel sich umbildet, der dann durch einfache Metaplasie in Knochengewebe übergeht. Das Mark ossificirt also auf dieselbe Weise wie die tiefe Schichte des Periostes (das periostale Mark Ranvier's) und bei beiden sind es dieselben Elemente, von denen die Knochenbildung ausgeht, nämlich die Osteoblastenzellen. Im Marke geht übrigens, wie schon Hilty hervorgehoben hat und ich mit Maas bestätigen kann, die Knochenbildung ausserordentlich rasch vor sich wegen der überaus zahlreichen in den Markcallus eintretenden Markgefässe, und zwar bei weitem rascher als die Verknöcherung des Periostcallus, so dass ersterer meist vollständig ossificirt ist, während letzterer erst beginnende Verkalkung aufweist.

§. 142. Nachdem wir den Antheil, welchen das Periost und Mark an der Callusbildung nimmt, besprochen haben, bleibt noch

die Theilnahme des Knochengewebes der Bruchenden selbst zu erörtern. Im Allgemeinen wird diese Frage neuerdings übereinstimmend beantwortet, so dass wir unserer früheren Schilderung nur wenig hinzuzufügen haben.

Der auf die Bruchflächen innerhalb der Bruchspalte abgelagerte intermediäre Callus verdankt ohne Zweifel zum grössten Theile dem Hineinwuchern der periostalen Neubildung, zum geringeren Theile einer Wucherung des Markes der geöffneten Havers-schen Kanälchen seinen Ursprung. Der intermediäre Callus ist natürlich für die spätere Consolidation an der Bruchstelle von grösster Bedeutung, gelangt jedoch zuweilen erst sehr spät zur Entwicklung, so dass hie und da Fälle vorkommen, wie sie z. B. von Stanley beschrieben sind, in denen nach Wochen und Monaten noch jede Spur von intermediärem Callus fehlt, während die Fragmente bereits durch einen knöchernen Callusring äusserlich fest vereinigt sind.

An der Knochenrinde der Bruchenden treten erst allmälig und anfangs in beschränkter Ausdehnung Veränderungen auf, welche zunächst als Resorptionsvorgänge analog denen bei rareficirender Ostitis aufzufassen sind. Dieses erste Stadium der Osteoporose hat offenbar den Zweck, die spätere innige und gleichmässige Verschmelzung des alten und neuen Knochens an der Bruchstelle vorzubereiten. Von der inneren und äusseren Fläche der compakten Rinde ausgehend tritt eine Erweiterung der Gefässräume durch perivaskuläre Wucherung auf, die Havers'schen Kanälchen werden zu Havers'schen Räumen, die Aussen- und Innenfläche der Rinde wird uneben, die Bruchflächen erhalten durch Einschmelzung von Lamellensystemen unregelmässige Begrenzungen. Erst spät folgt schliesslich das Stadium der Sklerose, welches sich durch regelmässige Appositionsvorgänge sowohl in dem spongiösen Gewebe des aufgelagerten Callus als in dem rareficirten Gewebe der Bruchenden dokumentirt. Die neugebildeten Markräume füllen sich mit regelmässigen Lamellensystemen aus, welche alten und neuen Knochen verschmelzen, bis endlich das Gefüge normaler compakter Knochensubstanz an der Bruchstelle wiederhergestellt ist.

Soweit besteht wohl über die Theilnahme des alten Knochengewebes an der Fracturheilung kein Zweifel. Nicht so bezüglich der feineren histologischen Vorgänge, namentlich bezüglich des Verhaltens der Knochenkörperchen bei der geschilderten Umbildung des Knochens. Es ist jedoch hier nicht der Ort, auf diesen früher lebhaft geführten Streit einzugehen. Es genüge zu erwähnen, dass von neueren Untersuchern nur Lossen und Hofmokl für eine aktive Betheiligung der Knochenkörperchen sich ausgesprochen haben, indem Ersterer eine aktive Erweiterung derselben zur Bildung von Gefässkanälen annimmt, Letzterer eine Vergrösserung und Vermehrung derselben durch Kerntheilung sowie Umbildung in Markräume mit Markzellen beschreibt. Wir haben bei unserer obigen Schilderung mit der Mehrzahl der Beobachter an dem vollkommen passiven Verhalten der Knochenkörperchen festgehalten.

§. 143. Mit den zuletzt erwähnten Veränderungen sind wir bereits in das Stadium der definitiven Fracturheilung oder sogenannter Rückbildung des Callus eingetreten.

Wie wir es eben an den Bruchenden selbst und an dem sie verbindenden Callus gesehen haben, so vollziehen sich auch in dem Periost- und Markcallus theils Resorptions- theils Appositionsvorgänge, deren Bedeutung nach zweierlei Seiten hin zu würdigen ist. Im histologischen Sinne handelt es sich um eine Umbildung der zuerst angelegten heterologen Knochenmasse in vollkommen ausgebildete homologe Knochensubstanz, und in diesem Sinne hat Volkmann mit Recht die Dupuytren'sche Unterscheidung des provisorischen und definitiven Callus wieder aufgenommen. Die andere Bedeutung jener definitiven Umgestaltung liegt in dem Streben nach möglichster Wiederherstellung der Form und namentlich der Funktionsfähigkeit des gebrochenen Knochens, welche letztere sich unzweideutig als Endziel der Fracturheilung zu erkennen gibt. Denn überall da, wo Knochensubstanz statisch in Anspruch genommen wird, erfolgt Apposition, wo dieselbe statisch bedeutungslos ist, fällt sie der Resorption anheim. Diess gilt nicht nur für die auf die Aussenfläche des Knochens und in die Markhöhle abgelagerte Callusmasse, sondern auch für die Bruchenden des alten Knochens selbst, falls bei der Heilung mit Dislokation die statischen Verhältnisse sich geändert haben.

Leider fehlt uns jedoch noch jede nähere Einsicht in die Entstehungsweise dieser Architekturveränderungen, wie wir ja überhaupt über die physiologischen Veränderungen am ausgewachsenen Knochen noch wenig Kenntniss besitzen. Doch scheint es, als ob neuerdings durch die rastlose Forschung der Anatomen auf diesem Gebiete auch die richtige Deutung dieser „Architekturumwälzungen“ auf dem Boden der Appositions- und Resorptionstheorie näher gerückt wäre. In dieser Beziehung scheinen mir namentlich die Untersuchungen von Ebner werthvolle Aufschlüsse zu geben, welche es wahrscheinlich machen, dass sich der Knochen aus lauter kleinen Partikeln zusammensetzt, welche von Appositions- und Resorptionsflächen begrenzt sind, so dass also auch der ausgewachsene Knochen dauernden Formveränderungen durch beständige Aufsaugung und Anbildung unterliegt. Denn wenn F. Busch mit vollem Rechte die grosse Bedeutung dieser Thatsache für das Verständniss der Knochenpathologie überhaupt hervorhebt, so wird dadurch auch der Regenerationsprocess in ein helleres Licht gesetzt. Wenn wir wissen, dass jene Vorgänge beständig, wenn auch in geringem Grade fortdauern, so brauchen dieselben bei der Fracturheilung nur lebhafter angefacht zu werden. Ja es lassen sich sogar die Architekturveränderungen, welche unter dem Einflusse statischer Kräfte beim Gebrauche des Gliedes an den Bruchenden selbst oft in grösserer Strecke sich vollziehen, durch keine andere Theorie erklären.

Cap. V.

Abweichungen des Heilungsvorganges.

Im Anschlusse an die Schilderung des normalen Heilungsprocesses der gewöhnlichen Diaphysenfracturen der Röhrenknochen sind noch die Abweichungen dieses Vorganges zu besprechen, welche durch die

besondere Art des Bruches oder des gebrochenen Knochens bedingt werden. Alle diese Abweichungen beziehen sich übrigens nicht auf das eigentliche Wesen des Heilungsvorganges, sondern hauptsächlich auf das äussere Verhalten der Callusproduktion. Und zwar berücksichtigen wir hier nur solche Modalitäten des Heilungsvorganges, welche in das Bereich der normalen Fracturheilung gehören, während die verschiedenen Arten der fehlerhaften Fracturheilung in einem späteren Abschnitte erörtert werden sollen.

Es ist der Reihe nach zu besprechen:

1) die Heilung der Splitterbrüche,
2) die Heilung der Gelenkbrüche,
3) die Heilung der Brüche paralleler Knochen,
4) die Heilung der Brüche flacher, kurzer und gemischter Knochen.

Hieran reiht sich noch als Anhang die Heilung der Knorpelbrüche.

1) Die Heilung der (subkutanen) Splitterbrüche.

§. 144. Die Heilung der subkutanen Splitterbrüche bietet im Allgemeinen keine wesentlichen Unterschiede gegenüber der Heilung von Brüchen mit einfacher Bruchlinie dar und pflegt annähernd mit derselben Leichtigkeit einzutreten. Wenn wir auch über die genaueren Vorgänge hiebei noch sehr wenig unterrichtet sind, so lehrt doch jedenfalls die Erfahrung, dass auch bei den Splitterbrüchen die Heilung per primam die Regel ist, dass also die Gegenwart von Splittern keine wesentliche Störung der regelmässigen Callusbildung und namentlich keine Eiterung an der Bruchstelle zu erregen pflegt.

Die Splitter werden also nicht als Fremdkörper ausgestossen, sondern heilen in der Regel ein. Für das Verständniss dieser Thatsache fehlt es nicht an Anhaltspunkten. Die noch am Periost adhärenten Splitter werden von diesem ernährt und in die periostale Callusmasse eingeschlossen. Aber auch die aus jedem organischen Zusammenhange gelösten Splitter verfallen nicht der Necrose und wirken nicht als Entzündungserreger, wenn sie nicht durch eine äussere Wunde mit Sepsisträgern inficirt sind, sondern werden durch Callus mit dem Knochen wieder vereinigt und gewinnen ihren lebendigen Zusammenhang mit demselben wieder. Sogar bei Splitterbrüchen mit gleichzeitiger Hautwunde kommt ja unter jener Voraussetzung eine solche Wiederanheilung vor und überdiess ist durch die Experimente von J. Wolff, Ollier, Bergmann und Jakimowitsch festgestellt, dass vollkommen abgetrennte Knochenstücke nach ihrer Wiedereinlegung oder Transplantation in einen entfernten Knochendefekt einheilen können, selbst wenn sie vom Periost entblösst worden waren. Wir werden hierauf in dem folgenden Capitel bei der Heilung der complicirten Splitterfracturen ausführlicher zurückkommen.

Das weitere Schicksal dieser völlig abgetrennten Splitter gestaltet sich nun verschieden. Die weiter von der Bruchstelle dislocirten und ringsum von Weichtheilen umgebenen Splitter werden allmälig resorbirt. Ich habe mehrfache Versuche in der Art angestellt, dass ich

kleinere Knochensplitter von demselben oder einem anderen Thiere in einen frischen Muskelschnitt implantirte, in welchem sie ohne Eiterung einheilten. Schon in der dritten Woche fanden sie sich bei der mikroskopischen Untersuchung in lebhafter Resorption begriffen und allenthalben mit einer enormen Menge von Riesenzellen besetzt.

Handelt es sich dagegen um Splitter, welche sich in der Nähe der Bruchstelle befinden und in die Callusmasse eingebettet werden, so bleiben dieselben bald dauernd erhalten, bald erliegen sie gleichfalls einem allmälig fortschreitenden Resorptionsprocesse.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die grösseren Splitter dauernd erhalten bleiben und als integrirende Bestandtheile des Organismus fortleben, vorausgesetzt, dass sie derartig wieder angeheilt sind. um funktionell in Anspruch genommen zu werden. Auffallender Weise sind jedoch die Präparate von subkutanen Splitterbrüchen beim Menschen, welche die Wiederanheilung gänzlich abgetrennter Splitter beweisen, sehr selten zu finden, während bekanntlich derartige Präparate von complicirten Fracturen häufiger anzutreffen sind. Gurlt konnte nur zwei derartige Präparate anführen und ich selbst habe in der mir zu Gebote stehenden reichhaltigen Sammlung nur je ein Präparat vom Humerus und der Tibia und drei vom Femur gefunden. Das erstere ist in der nachstehenden Fig. 107 abgebildet und betrifft eine subkutane Fractur der Diaphyse des Humerus, welche bei einem 46jährigen Manne durch Hinübergehen eines Wagenrades entstanden war. Zwischen dem grossen oberen und unteren Bruchstücke war nur eine ligamentöse Vereinigung eingetreten.

Die kleineren Splitter, welche nicht etwa an ihrer früheren Stelle wieder einheilen, verfallen allmälig der Resorption. Untersucht man nämlich den frischen Callus bei Splitterbrüchen, so findet man nicht selten in ziemlicher Entfernung von der Bruchstelle, selbst tief in den Muskelinterstitien, kleine Splitter in den Callus eingelagert, welche durch die Struktur des normalen compakten Knochengewebes leicht zu erkennen sind. Dagegen sind jene Splitter an Präparaten längst geheilter Fracturen, bei denen sich die Rückbildung des Callus bereits vollzogen hat, nicht mehr oder nur in Spuren noch anzutreffen. wenn man die Callusmasse nach verschiedenen Richtungen durchsägt.

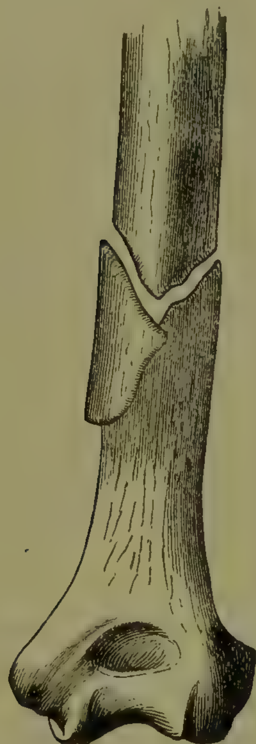
Wie solche aus allem organischen Zusammenhange abgetrennten Splitter allmälig auf dem Wege der Resorption verschwinden, ist schon von Breschet und Villermé[1]) durch Versuche nachgewiesen worden. Sie ergaben, dass bei Hunden kleine Splitter nach einem Monate noch ohne merkliche Veränderung in den Callus eingebettet lagen, während sie schon nach zwei und vier Monaten durch Resorption sehr bedeutend verdünnt, verkleinert und poröser geworden waren, so dass compakte und spongiöse Substanz nicht mehr zu unterscheiden und die Splitter zum Theil nur noch fadenförmig waren. Die beistehende Abbildung (Fig. 108) zeigt den Durchschnitt einer geheilten subkutanen Fractur in der Mitte des Oberschenkels mit zwei Rindensplittern, welche in den Callus eingebettet und stellenweise in Resorption begriffen sind.

---

[1]) Magendie, Journ. de physiol. expériment. T. I, 1821, p. 16.

Nur in Ausnahmsfällen scheint die Gegenwart solcher kleiner Bruchsplitter die Consolidation der Fractur zu verzögern oder ganz zu verhindern, wie aus einem von Thiersch [1]) mitgetheilten Falle hervorgeht.

Fig. 107.



Biegungsbruch des Humerus mit Absprengung und Wiederanheilung eines keilförmigen Fragmentes.

Fig. 108.



Geheilte Fractur der Diaphyse des Femur mit zwei in den Callus eingebetteten Rindensplittern.

Derselbe betrifft einen subkutanen Splitterbruch in der Mitte des Unterschenkels, welcher sehr langsam zur Heilung gelangte. Nachdem der Verletzte 3 Monate hindurch wieder wie früher seine Arbeit verrichtet hatte, entwickelte sich eine Pseudarthrose an der Bruchstelle. Bei der Operation fand sich in der Mitte der der Tibia angehörigen Callusmasse eine rundliche Höhle, angefüllt mit Granulationsgewebe, in welches vier kleine Rindenfragmente der Tibia von der Grösse einer Linse bis zu der eines qcm eingebettet waren. Die Knochenstücke, welche nirgends Corrosionsstellen zeigten, waren anfänglich eingekapselt worden und hatten dann eine rareficirende Ostitis veranlasst, welche zur Entwicklung der Pseudarthrose führte.

2) Die Heilung der Gelenkbrüche.

§. 145. Die Heilung der Gelenkfracturen bietet in mehrfacher Hinsicht wichtige Abweichungen von den Diaphysenfracturen dar.

Wir rechnen zu den Gelenkfracturen folgende zwei Gruppen von Brüchen an den Gelenkenden:

---

[1]) Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. VII. Congress. Berlin 1878, S. 93.

a) Die gänzlich innerhalb eines Gelenkes verlaufenden oder rein intra-artikulären Fracturen. Bei diesen findet sich bald ein grosses Fragment, fast der ganze Gelenkkörper abgebrochen (wie bei der intrakapsulären Fraktur des Schenkelhalses, dem Bruch des anatomischen Halses des Humerus), bald wird nur ein Theil des Gelenkkörpers oder ein Gelenkfortsatz abgetrennt (wie bei den seltenen isolirten Brüchen der Trochlea und Rotula, den Brüchen der Spitze des Olekranon und des Processus coronoid. der Ulna), bald handelt es sich nur um Absprengung kleinerer Stücke vom Rande der überknorpelten Gelenkfläche (wie bei den Brüchen des Köpfchens und der unteren Gelenkfläche des Radius). In allen diesen Fällen befindet sich die Bruchspalte vollkommen innerhalb der Gelenkhöhle und mündet nach allen Seiten hin frei in dieselbe aus.

b) Die gleichzeitig extra- und intra-artikulären Fracturen, welche weit häufiger als die erstgenannten zur Beobachtung kommen. Ihr wesentlicher Charakter ist der, dass die Bruchspalte auf der einen Seite frei in die Gelenkhöhle, auf der anderen Seite dagegen unter die äusseren Weichtheile mündet.

Hieher gehören zunächst die Brüche solcher Gelenktheile, welche auf der einen Seite mit Gelenkknorpel, auf der andern mit Periost überzogen sind, wie die Brüche der Patella, der Malleolen und des Olekranon.

Ferner die Schrägbrüche der Gelenkenden, welche mit einem Theile der Bruchlinie innerhalb, mit einem anderen ausserhalb der Kapsel verlaufen: sie durchsetzen entweder das Gelenkende gerade im Bezirke der Kapselinsertion in schiefer Richtung (wie manche Schenkelhalsbrüche), oder penetriren vom Diaphysenende her bei sehr steilem Verlaufe der Bruchlinie bis in's Gelenk (wie namentlich manche Brüche am unteren Ende des Femur und der Tibia), oder setzen von der Gelenkfläche ein und laufen über die Grenzen der Kapsel hinaus nach der einen oder anderen Seite hin schräg aus, so dass der eine oder andere Condyl oder ein meist dreieckiges Fragment vom Gelenkende abgesprengt wird. Zu letzteren Brüchen gehören die nicht seltenen Fracturen des inneren und äusseren Condyls des Humerus und Femur und manche Brüche an der unteren Epiphyse des Radius und der Tibia.

Ferner rechnen wir zu dieser Gruppe von Gelenkfracturen die mehrfachen Brüche der Gelenkenden, wie sie namentlich in typischer Weise an den Condylen des Femur und Humerus in T- und Y-Form beobachtet werden (s. Fig. 42 und 43), sowie die Splitterbrüche der Gelenkenden, wobei letztere in zahlreiche Fragmente innerhalb und ausserhalb des Gelenkes auseinandergesprengt werden (siehe Fig. 54).

Endlich gehören hieher noch diejenigen Fälle, in denen von einer ausserhalb des Gelenkes verlaufenden Fractur eine Fissur in das benachbarte Gelenk penetrirt, wie wir solche beispielsweise in typischer Form bei den Spiralbrüchen des unteren Endes der Tibia kennen gelernt haben (s. Fig. 35).

§. 146. Die Besonderheiten im Heilungsverlaufe der Gelenkfracturen schliessen sich zunächst an die Mitverletzung des Gelenkes und ihre weiteren Folgen an.

Constant ist das Auftreten eines Hämarthros, jedoch die Menge des in die Gelenkhöhle ergossenen Blutes ausserordentlich wechselnd. Letzteres stammt aus der zerrissenen Synovialis, den Knochenbruchflächen und eventuell aus den mitverletzten äusseren Weichtheilen. Hieran schliesst sich dann theils in Folge der Verletzung selbst, theils in Folge der Gegenwart des Blutextravasates eine Reizung der Synovialis mit serösem Erguss, welcher sich mit dem Blute vermischt und dessen Menge gleichfalls sehr variirt. Zuweilen entsteht durch das Extravasat und Exsudat eine sehr erhebliche Ausdehnung und Anschwellung des Gelenkes, welche bei den rein intra-artikulären Fracturen auf die Grenzen der Kapsel und der etwa mit derselben communicirenden Schleimbeutel begrenzt ist, während sie sich bei den intra- und extra-artikulären Fracturen in weiterer Ausdehnung über das Gelenkende verbreitet. In der Regel erreicht übrigens jene Synovitis bei den subkutanen Gelenkfracturen nur einen mässigen Grad und führt nur in selteneren Fällen, namentlich bei heftiger Contusion des Gelenkes und bedeutender Splitterung des Knochens zur Eiterung.

Die Bedeutung des Hämarthros für den Verlauf der Fracturheilung ist zunächst darin zu suchen, dass bei massenhaftem Ergusse, wenn er die Bruchspalte erfüllt und die Fragmente auseinanderdrängt, die Heilung entschieden verzögert, ja sogar die knöcherne Consolidation ganz verhindert werden kann. Das beste Beispiel hiefür liefern die Querbrüche der Patella, welche ohne Zweifel hauptsächlich aus dem Grunde so selten knöchern sich vereinigen, weil innerhalb der ersten Wochen der reichliche Erguss in das Kniegelenk die gehörige Coaptation der Fragmente verhindert (s. u. S. 221). Ausserdem kann aber auch ein starker Hämarthros allein, wie neuerdings namentlich die Erfahrungen von Volkmann[1]) lehren, falls sich die Resorption des Extravasates verzögert, schwere Störungen der Gelenkfunktion herbeiführen: bald bleibt chronischer Hydarthros mit Dehnung des Bandapparates, bald Ankylose durch fibröse Verwachsung zurück, und ausserdem kann auch der Hämarthros zur Bildung eines freien Gelenkkörpers Veranlassung geben.

Der Einfluss des Hämarthros in dieser Beziehung hängt von dem Schicksale des in den Synovialsack ergossenen Blutes ab. Erst in neuester Zeit hat man begonnen, dasselbe genauer zu verfolgen, seit die operative Behandlung des Hämarthros häufiger in Angriff genommen wird. Immerhin sind unsere Kenntnisse hierüber noch recht lückenhaft, da die Thierexperimente keine sicheren Rückschlüsse gestatten und nur erst wenige und zum Theil widersprechende Beobachtungen am Menschen vorliegen.

Riedel[2]) fand bei Thierexperimenten, bei denen frisches Blut unter antiseptischen Cautelen in das Kniegelenk von Kaninchen injicirt wurde, dass $^2/_3$ des Blutes im Gelenke flüssig blieben und nach Ablauf von $1^1/_2$—15 Stunden resorbirt waren; der dritte Theil desselben war nach $^1/_2$ Stunde geronnen und bildete bald frei im Gelenke liegende Gerinnsel, bald einen mehr weniger fest an der Wand haftenden Ueberzug. Die frei im Gelenke liegenden Blutcoagula waren nach der

---

1) Centralblatt für Chirurgie 1880, Nr, 10.
2) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. XII, S. 447.

Resorption der Flüssigkeit derb, trocken, entfärbten sich rasch und wurden von Zellschichten umkleidet. Die an der Wand haftenden Coagula wurden schon am 3. Tage vom Endothel der Synovialis überzogen und von Zellsträngen durchwachsen; nach langer Zeit fand sich noch Pigment an der Wand.

Bezüglich der Erfahrungen beim Menschen liegen zunächst die Resultate einer grösseren Anzahl von Punktionen des Hämarthros des Kniegelenkes von Volkmann[1]) und Schede[2]) vor, welche ergaben, dass innerhalb der ersten 3 Tage das Blut grösstentheils noch flüssig, vom 4. Tage an dagegen zum Theil geronnen war. Jedoch fand sich in einem Falle von Langenbuch[3]) bei Querbruch der Patella schon nach 24 Stunden, sowie in zwei Fällen von Kocher[4]) und Secher[5]) das Blut schon am 3. Tage vollständig geronnen, desgleichen in einem Falle von Splitterbruch der Patella, in welchem von meinem Vater die Naht der Fragmente angelegt wurde, nach 4 Tagen. Andererseits beobachtete Kocher aber einige Fälle von Hämarthros nach Contusion, in denen noch nach 14 Tagen sich ganz flüssiges Blut vorfand, so dass die Annahme nahe liegt, dass zwar der Synovialis gerinnungshemmende Wirkung zukommt, aber bei Gegenwart von Wund- oder Bruchflächen, welche mit der Gelenkhöhle communiciren, letztere die Gerinnung veranlassen.

Was nun die Resorption des Extravasates betrifft, so sind einige Beobachtungen von Volkmann von grösstem Werthe, welche den angegebenen Resultaten der Thierexperimente direkt widersprechen. Denn während bei den letzteren die Resorption constant, rasch und vollständig sich vollzog, konnte Volkmann in einem Falle von traumatischem Hämarthros des Kniegelenkes constatiren, dass noch nach 14 Wochen der Synovialsack mit einer grossen Menge von Blutgerinnseln ausgefüllt war, welche überall der Innenfläche des Kapselbandes sehr fest adhärirten, während kein Tropfen Synovialflüssigkeit im Gelenke vorhanden war. Auch in anderen Fällen sah Volkmann grosse, sich selbst überlassene Blutergüsse im Kniegelenke sich sehr langsam resorbiren und nach denselben später Hydarthrosen, Bänderdehnungen u. s. w. zurückbleiben.

Ausserdem machte Volkmann die Erfahrung, dass der Hämarthros auch Ankylosen mit totaler Obliteration des Gelenkes herbeizuführen vermag, wenn das Blutgerinnsel in Form einer gleichmässigen Schichte auf der Innenfläche der Synovialis abgesetzt ist und sich rasch organisirt, so dass hiedurch die Sekretion von Synovia bald vollständig unterdrückt wird. In einem derartigen Falle von fibröser Ankylose des Kniegelenkes nach Querbruch der Patella fand sich nach 11 Monaten das verlöthende straffe Bindegewebe von rostbrauner Farbe und zeigte ebenso wie die Synovialis massenhafte Einlagerung von körnigem Pigment.

Endlich ist auch die Möglichkeit nicht in Abrede zu stellen, dass sich ein nicht resorbirtes Blutgerinnsel allmälig in eine Gelenkmaus umbildet, welche entweder nur aus Fibrinmasse besteht oder durch Inkrustation sich in eine amorphe Conkretion verwandelt.

§. 147. Abgesehen von der Betheiligung des Gelenkes bieten die Gelenkfracturen aber auch hinsichtlich der Heilung des Knochenbruches selbst Besonderheiten dar. Vor Allem lehrt die Erfahrung, dass intra-artikuläre Fracturen weit seltener knöchern consolidiren als extra-artikuläre, und dass sogar bei manchen rein intrakapsulären Brüchen, wie namentlich solchen des Schenkelhalses, die knöcherne Heilung zu den seltensten Ausnahmen gehört. Bei der Mehrzahl erfolgt vielmehr entweder nur eine fibröse Vereinigung oder gar keine Verbindung der Fragmente mit gegenseitiger Abschleifung der Bruchflächen und Bildung eines falschen Gelenkes.

Tritt unter günstigen Umständen knöcherne Vereinigung

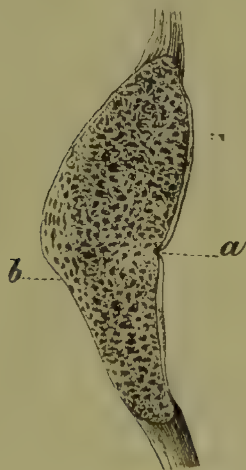
---

[1]) a. a. O.
[2]) Centralblatt für Chirurgie 1877, Nr. 42.
[3]) Verhandl. der deutschen Gesellsch. für Chir. X. Congress.
[4]) Centralblatt für Chirurgie 1880, Nr. 20.
[5]) Hospit.-Tidende. 1880. VII. 26. (Schmidt's Jahrb. Bd. 187, S. 61.)

durch Callus ein, so ist derselbe im Bereiche der Kapsel stets sehr spärlich und füllt gewöhnlich nur eben die Bruchspalte aus, nur sehr selten tritt er in der Bruchlinie in Form einer erhabenen Knochenleiste hervor. Besonders auffallend tritt jene Eigenthümlichkeit bei der Untersuchung einer gleichzeitig innerhalb und ausserhalb der Kapsel verlaufenden geheilten Fractur hervor: der extrakapsuläre Theil des Bruches ist gewöhnlich mit einer überaus reichlichen Menge von äusserem Callus versehen, welcher sich zuweilen sogar in Form einer Knochenbrücke an der Aussenfläche des Gelenks von einem Gelenkende zum anderen hinüberspannt, während der innerhalb der Insertion des Kapselbandes gelegene Theil der Fractur nur durch eine geringe Menge Callus zwischen den Bruchflächen verlöthet ist. In der Bruchspalte des Knorpelüberzuges der Gelenkflächen erfolgt dagegen gar keine Regeneration von Knorpelgewebe, vielmehr bleibt dieselbe klaffend oder füllt sich nur mit fibrösem Gewebe, so dass daselbst der Verlauf der Bruchlinie stets kenntlich bleibt (s. u. §. 154).

Im Uebrigen erfolgt die knöcherne Heilung mit und ohne Dislokation. In einzelnen Fällen fehlt die Dislokation ganz, so dass man Mühe hat, an einer schmalen Furche oder Erhabenheit oder an einem lineären Defekte des Knorpelüberzuges die frühere Bruchlinie zu erkennen. Ein solches Beispiel liefert das in Fig. 109 abgebildete Präparat einer knöchern geheilten Querfractur der Patella, an welcher die Bruchstelle nur an einer Einsenkung an der vorderen Fläche, einem etwas dichteren Gefüge der Spongiosa sowie an einem keilförmigen Defekte des Knorpelüberzuges zu erkennen ist. Dasselbe stammt von einer im Alter von 80 Jahren gestorbenen Frau, welche 15 Jahre vorher von meinem Vater mittelst Einbohren von Stahlschrauben in die beiden Fragmente behandelt worden war.

Fig. 109.



Consolidirter Querbruch der Patella. Sagittaler Längsschnitt. ab Verlauf der Bruchlinie.

Fig. 110.



Geheilter Bruch des äusseren Condyls des Oberschenkels mit Emporsteigen desselben.

In anderen Fällen heilt das abgebrochene Fragment in dislocirter Stellung an, und dann bleibt eine dem Grade und der Richtung der Verschiebung entsprechende Difformität und Funktionsstörung des Ge-

lenkes zurück, da auch die correspondirende Gelenkfläche des andern Gelenkendes in der Richtung der Dislokation nachfolgt. So entsteht beispielsweise bei Bruch des inneren oder äusseren Condyls des Femur mit Hinaufsteigen desselben ein Genu varum oder valgum, da der correspondirende Condyl der Tibia gleichfalls entsprechend in die Höhe rückt (Fig. 110).

In ähnlicher Weise steigt beim Abbrechen der ulnaren Kante des unteren Gelenkendes des Radius das Fragment sammt den Handwurzelknochen im Spatium interosseum in die Höhe (Fig. 111), desgleichen der Talus beim Abbrechen der fibularen Kante der unteren Gelenkfläche der Tibia (Fig. 112).

Fig. 111.



Geheilter Gelenkbruch des unteren Endes des Radius. Das Bruchstück sammt der ersten Reihe der Handwurzelknochen ist im Spatium interosseum emporgestiegen und ersteres durch kurze Bandmasse angeheftet. Erscheinungen von Arthritis deformans.

Fig. 112.



Geheilte Gelenkfractur der Tibia und supramalleoläre Fractur der Fibula. Der Talus ist im Spatium interosseum in die Höhe gestiegen und knöchern verwachsen.

§. 148. In der grossen Mehrzahl der Fälle kommt jedoch innerhalb des Gelenkes gar keine Callusbildung zu Stande. Dann tritt entweder Verbindung der Bruchflächen durch eine fibröse Zwischensubstanz ein, welche bald kurz, compakt und straff ist, so dass die Fragmente kaum gegen einander verschieblich sind, bald lang und dehnbar, so dass die Bruchstücke eine ausgiebige Verschieblichkeit aufweisen. Oder es bleibt jede Verbindung der Fragmente durch knöcherne oder fibröse Zwischensubstanz aus, d. h. es kommt die sog. isolirte Vernarbung der Bruchenden zu Stande, indem die Bruchflächen allmälig durch Resorption eine gleichmässige Oberfläche gewinnen, sich mit einer Schichte compakter Substanz überziehen und in Folge der beständigen Reibung an einander sich gegenseitig abschleifen. Diese Schliffflächen können mit der Zeit eine auffallend glatte, elfenbeinharte Beschaffenheit erlangen.

Ist das abgebrochene Stück des Gelenkendes von geringem Umfange, so wandelt es sich in einen freien Gelenkkörper um, welcher entweder ganz frei und lose im Gelenke liegt oder an einem Kapselstreifen hängt. Ist ein voluminöserer Theil des Gelenkkörpers abgebrochen, so nehmen die Fragmente den daselbst vor sich gehenden Bewegungen entsprechende congruente Formen an: bald höhlt sich das eine Bruchende nach Art einer Pfanne aus, während das andere sich knopfförmig abrundet (s. Fig. 113), bald nimmt das eine die Form einer Rolle oder Walze an, während das andere eine congruente Conkavität zukehrt (s. Fig. 117).

§. 149. Fragen wir nach den Ursachen, welche ein Hinderniss der knöchernen Heilung von Gelenkfracturen abgeben, so muss eine Anzahl verschiedenartiger theils äusserer, theils innerer Momente angeschuldigt werden.

Fig. 113.



Veralteter Schenkelhalsbruch mit Bildung eines falschen Gelenkes zwischen Schenkelhals und Schenkelkopf; letzterer ist an seiner unteren Fläche ausgehöhlt.

Vor Allem liegt sehr häufig das Hinderniss der knöchernen Vereinigung darin, dass die Fragmente nicht genügend adaptirt und in dauernden Contakt erhalten werden können. Die Schuld hieran trägt in manchen Fällen ein massenhaftes Extravasat und Exsudat, welches die Kapsel stark ausdehnt und die Bruchflächen auseinanderdrängt, wie wir bereits oben namentlich für die Querbrüche der Patella erörtert haben. Von Einfluss ist ferner der Umstand, dass die Bruchstelle sich am Centrum der Bewegungen des betreffenden Extremitätenabschnittes befindet; das Diaphysenfragment stellt desshalb einen längeren Hebel dar als bei den Brüchen der Diaphyse, so dass durch Muskelaktion ausgedehntere Bewegungen an der Bruchstelle ausgelöst werden. Hiezu kommt, dass an den abgebrochenen Fragmenten der Gelenkenden sich kräftige Sehnen, Bänder, Aponeurosen inseriren, deren Zug, sei es durch Muskelaktion oder elastische Retraktion, die Bruchstücke von einander entfernt, während hiedurch bei den Diaphysenfracturen im Gegentheil eine Uebereinanderschiebung derselben bewirkt wird. Als Beispiele hiefür dienen die Querbrüche der Patella [1]), die Brüche des Olekranon, des Proc. coronoid. der Ulna, des Proc. post. des Calcaneus. Endlich

[1]) Dass lediglich der mangelnde Contakt der Bruchflächen es ist, welcher die knöcherne Consolidation der Querbrüche der Patella verhindert, beweisen die Resultate der Kniegelenksresektionen mit querer Durchsägung und Catgutnaht der Patella nach Volkmann. In allen Fällen, in denen später die anatomische Untersuchung der Operationsstelle vorgenommen wurde, fand sich die Kniescheibe knöchern consolidirt. Volkmann hat diese Erfahrung 3 mal, König 2 mal gemacht; ich selbst habe in einem Falle, in dem ich 10 Wochen vorher die Operation ausgeführt hatte, kaum mehr eine Spur der Schnittlinie durch den Knochen entdecken können.

kommt in Betracht, dass häufig der abgebrochene Gelenktheil sehr klein ist, so dass man namentlich bei tiefliegenden Gelenken, wie dem Hüftgelenke, ausser Stande ist, durch äussere Apparate das Fragment zu fixiren.

Ein weiteres Hinderniss der Callusbildung liegt hie und da in der mangelhaften Ernährung des abgebrochenen Gelenktheiles. Denn die Blutzufuhr zu demselben ist je nach dem Verlaufe der Bruchlinie beschränkt oder ganz abgeschnitten, und bei Leuten im höheren Alter ist ohnehin die Ernährung des Knochengewebes unter dem Einflusse der senilen Atrophie herabgesetzt.

Beide Verhältnisse treffen vorzugsweise bei den rein intrakapsulären Fracturen des Schenkelhalses zu, bei denen der abgebrochene Gelenkkopf lediglich an dem Ligament. teres hängt. Die Gefässe dieses Ligamentes, welche man früher als Ernährungsgefässe des Schenkelkopfes betrachtete, treten nach den Untersuchungen von Hyrtl[1]) gar nicht in den Schenkelkopf ein, sondern biegen schlingenförmig um. Die Arteria nutritia colli tritt etwa in der Mitte des Halses ein, so dass sie durch eine höhere Fractur abgeschnitten wird, und ausserdem sind auch die aus dem umgestülpten Blatte der Kapsel in den Hals eintretenden kleinen Gefässe mit dieser zerrissen.

In manchen Fällen liegt das Hinderniss darin, dass die Fragmente durch das gegenüberliegende intakte Gelenkende keilförmig auseinandergedrängt werden, wie es bei dem T- und Y-Bruch der Condylen des Humerus und Femur sich ereignen kann, oder darin, dass eine Interposition von Weichtheilen, namentlich Sehnen (z. B. Tendo bicipit.) und Kapseltheilen stattfindet.

Eine derartige sehr interessante Beobachtung ist von Trendelenburg[2]) mitgetheilt. Ein 56jähriger Mann hatte durch Sturz vom Dache eine Fractur des unteren Endes des Femur erlitten, welche sehr schräg verlief und in's Kniegelenk penetrirte. Die Fractur heilte mit Pseudarthrose und letztere wurde durch freie Eröffnung des Gelenkes mittelst Einschlagen von Elfenbeinzapfen operirt. Hiebei zeigte sich, dass die Pseudarthrose daher rührte, dass ein grosser Lappen der eingerissenen Kapsel zwischen die Bruchflächen eingeklemmt war.

Endlich erklärt sich die geringe Neigung zur Callusbildung an den Gelenkenden daraus, dass sie zum Theil von Gelenkknorpel überzogen sind, welcher keinen Antheil an der Callusbildung nimmt, sowie namentlich aus dem verschiedenen Verhalten des Periostes und seiner osteogenen Schichte zur Epiphyse und Diaphyse. Nach den interessanten Untersuchungen von Bidder[3]), welche übrigens nur an der oberen Epiphyse der Tibia angestellt wurden, reicht die osteogene Schichte des Periostes nur bis zur Grenze der Diaphyse und geht zu keiner Zeit des embryonalen und postembryonalen Lebens auf die Epiphyse über. Nur die aus fibrillärem Bindegewebe bestehende äussere Schichte des Periostes setzt sich auf die Epiphyse bis zum Rande der Gelenkfläche fort und ist mit dem Epiphysen-Knorpel und -Knochen fest verschmolzen. Demnach besitzt also die Epiphyse gar kein wahres zur Knochenproduktion geeignetes Periost. Ausserdem ist aber noch daran zu erinnern, dass sich in diesem Gebiete in der Nähe der Epiphysen sog. aplastische Stellen oder äussere Resorptionsflächen finden, an denen nach Kölliker die osteogene Schichte fehlt. Wie die Knochen-

[1]) Hyrtl, Handb. der topograph. Anat. 6. Aufl. Wien 1871. Bd. 2. S. 553.
[2]) Verhandl. der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. VII. Congress. Berlin. 1878, S. 89.
[3]) Archiv für klinische Chirurgie, Bd. XXII, S. 154.

regeneration an denselben vor sich geht, ist noch nicht erwiesen; nach den Versuchen von Maas können sich dieselben nach mechanischer Reizung zeitweise in Appositionsflächen verwandeln und lokale Knochenerhebungen produciren.

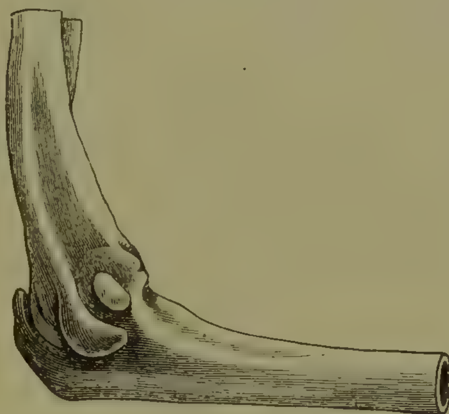
§. 150. Schliesslich sind noch die nach der Heilung von Gelenkfracturen zurückbleibenden Störungen des Gelenkmechanismus zu erwähnen.

Fig. 114.



Geheilter Bruch der unteren Gelenkenden beider Unterschenkelknochen und des Talus mit knöcherner Verschmelzung sämmtl. Fragmente.

Fig. 115.



Geheilter Bruch der Gelenkenden des Humerus und der Ulna mit knöcherner Ankylose des Gelenkes.

Fig. 116.



Geheilter Bruch im oberen Drittel des Femur. Winkelige Uebereinanderschiebung der Fragmente, Verwachsung der Bruchstelle mit dem knöchernen Becken durch reichliche Callusmasse. Hüftgelenk intakt.

Sehen wir ab von der lediglich durch die lange Ruhigstellung des Gelenkes bedingten Gelenksteifigkeit (s. u. §. 169), welche allen Gelenkfracturen gemeinsam ist und beim Gebrauche des Gliedes sich wieder verliert, so sind es recht zahlreiche und verschiedenartige Störungen, welche theils unmittelbar an die Heilung der Fractur sich anschliessen, theils erst spät und langsam sich entwickeln.

Wir haben bereits oben diejenigen üblen Folgen erwähnt, welche theils von dem begleitenden Hämarthros theils von einer heftigeren akuten Synovitis ausgehen können: chronischer Hydarthros mit Dehnung und Erschlaffung des Bandapparates, Ankylose durch fibröse oder knöcherne Verwachsung der Gelenkenden und mit partieller oder totaler

Obliteration des Gelenkes. Sind, wie bei dem Fuss- und Handgelenke zahlreiche kleine Gelenke in unmittelbarer Nähe, so werden diese hie und da durch Fortpflanzung der Entzündung gleichfalls ankylosirt. In anderen Fällen entsteht Ankylose in direktem Zusammenhange mit der Fractur durch extrakapsuläre Callusbrücken von einem Gelenkende zum anderen, wenn entweder beide einen Bruch erlitten hatten oder eine lebhafte Entzündung von der Bruchstelle sich auf das Periost des gegenüberliegenden Gelenkendes fortgepflanzt hat. Die vorstehenden Figg. 114 bis 116 liefern Beispiele für beide Arten von knöcherner Ankylose, nämlich durch Verschmelzung der Gelenkenden (Fig. 114 u. 115) und durch extrakapsuläre Knochenbrücken (Fig. 116).

Im Gegensatze zur Ankylose können aber auch Schlottergelenke zurückbleiben, wenn die Heilung des Gelenkbruches mit langer fibröser Zwischensubstanz oder mit Bildung eines eigentlichen falschen Gelenkes erfolgt. Solche Fälle kommen namentlich bei intrakapsulären Schenkelhalsbrüchen zur Beobachtung (Fig. 114).

Kommt die Anheilung des Gelenkendes oder des abgebrochenen Theiles desselben in fehlerhafter Stellung zu Stande, so wird hiedurch die Richtung der Gelenkflächen verändert und die Extremität in eine abnorme Stellung übergeführt (s. o. S. 217).

Ferner ist nach Gelenkfracturen die Entstehung von freien Gelenkkörpern beobachtet worden. Wir haben bereits oben der Möglichkeit gedacht, dass sich im Gefolge eines Hämarthros ein Blutgerinnsel in eine Gelenkmaus umbilden könne. Diese Annahme, welche zuerst von J. Hunter aufgestellt und von Virchow zugegeben worden ist, hat neuerdings H. Fischer[1]) durch einige Beobachtungen, jedoch ohne anatomische Untersuchung, zu belegen versucht. Häufiger sind jedenfalls die Fälle, in denen kleine abgesprengte Stücke eines Gelenktheiles entweder ganz frei im Gelenke oder an einem Kapselstreifen hängend sich vorfanden und die Erscheinungen einer Gelenkmaus hervorriefen. Jedoch ist diese traumatische Entstehungsweise der Gelenkmäuse bekanntlich vielfach diskutirt worden. Die zuerst von Reimar und Haller, später von Schuh und Brodhurst aufgestellte Ansicht, dass überhaupt alle oder fast alle Gelenkmäuse durch Absplitterung oberflächlicher Theile der Gelenkflächen entstehen, ist durch genauere Beobachtungen und Untersuchungen längst widerlegt. Es steht vielmehr ausser Zweifel, dass die traumatischen Gelenkmäuse zu den grossen Seltenheiten gehören. Es sind das nur solche Fälle, in denen unmittelbar nach einem Trauma in einem vorher gesunden Gelenke die charakteristischen Erscheinungen einer Gelenkmaus auftreten, oder in denen bei der Autopsie der anatomische und histologische Nachweis geliefert werden kann, dass der freie Körper einem abgesprengten Gelenktheile entspricht.

Von sicheren derartigen Beobachtungen sind 10 Fälle von Weichselbaum zusammengestellt worden; zu diesen kommen noch 11 weitere Fälle von Chipault, Volkmann, Hueter, H. Fischer, König, Burckhardt-Socin, Lotzbeck (2 Fälle), Thiele, Langenbuch und Behrens (s. Literaturverzeichniss). Die überwiegende Mehrzahl derselben betrifft das Kniegelenk, indem bald durch direkte Gewalt, bald durch heftige Distorsion Knorpel- und Knochenstücke von den Condylen des Oberschenkels abgesprengt wurden. Die übrigen Fälle betreffen das

---

[1]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. XII, S. 340.

Ellbogengelenk und Absprengung von Stücken des Proc. coronoid. der Ulna (H. v. Meckel, Lotzbeck), des Capitul. radii (Weichselbaum, Hueter), des Olekranon (Fischer). In dem Falle von Hueter war durch Fall auf eine scharfe Kante ⅔ des Radiusköpfchens abgesprengt worden; das Stück lag als freier Körper an der hinteren Fläche des Gelenkes, hing jedoch, wie sich bei der Entfernung durch Arthrotomie zeigte, noch an einem langen Kapselstreifen fest.

Endlich bieten Gelenkfracturen zuweilen Veranlassung zur Entstehung einer sich ganz allmälig entwickelnden deformirenden Gelenkentzündung, der Arthritis deformans traumatica. Volkmann gebührt das Verdienst, diese Thatsache richtig gewürdigt und hervorgehoben zu haben, welche in praktischer Beziehung (namentlich auch zur Beurtheilung gewisser Knochenoperationen innerhalb der Gelenke, wie der Ogston'schen Operation des Genu valgum) von grösster Bedeutung ist. Denn das Vorkommen dieser Gelenkaffektion im Anschlusse an Gelenkfracturen ist entschieden häufiger als man nach den spärlichen hierüber vorliegenden Mittheilungen annehmen sollte; wenigstens habe ich mehrere solche theils leichtere, theils weit vorgeschrittene Fälle am Lebenden beobachtet und auch in der Sammlung meines Vaters eine Anzahl solcher Präparate gefunden, von denen eines in Fig. 117 abgebildet ist.

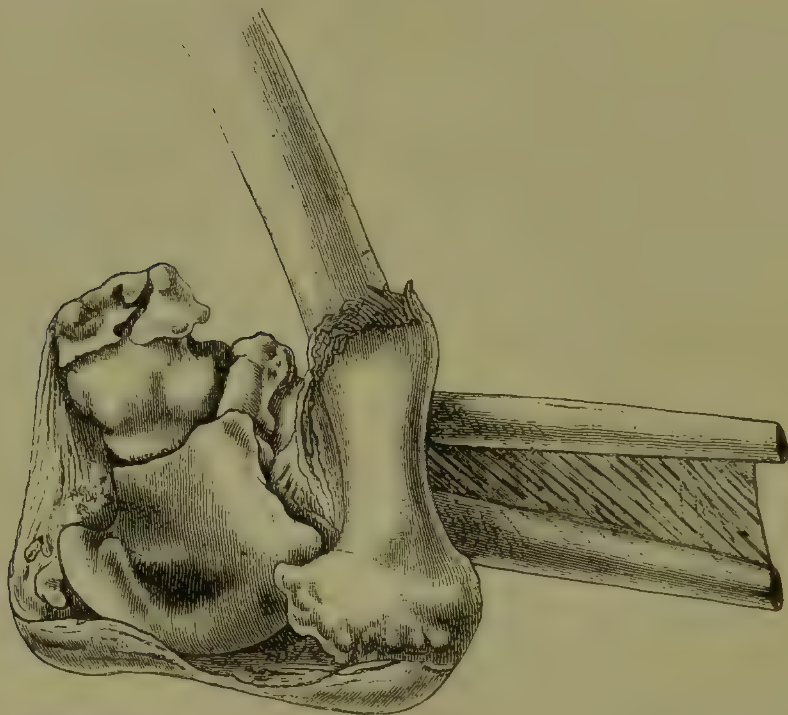
Ebenso wie die spontan auftretende Form der Arthritis deformans ist auch die traumatische keineswegs ausschliesslich auf das höhere Alter beschränkt. Denn von den unten angeführten Fällen betreffen zwei Männer im mittleren Alter, und ebenso habe ich selbst zweimal bei jüngeren Männern die beginnenden Erscheinungen einer Gonarthritis deformans nach Condylenbruch des Oberschenkels beobachtet. Der häufigste Sitz ist entschieden das Knie- und Ellbogengelenk, und an diesen beiden kommen gerade auch die schwersten Formen zur Beobachtung. An den übrigen Gelenken habe ich nur hie und da leichte Spuren des deformirenden Processes gefunden und muss namentlich bezüglich des Hüftgelenkes, in Uebereinstimmung mit Volkmann, der Behauptung anderer Autoren widersprechen, dass hier jedes Präparat einer vor langer Zeit acquirirten Schenkelhalsfractur höhere oder gar höchste Grade des deformirenden Processes aufweise. Ich habe wenigstens bei der Untersuchung einer grossen Anzahl von Präparaten niemals die ganz schweren Veränderungen gefunden wie bei den zuerstgenannten Gelenken. Zudem ist bei der Beurtheilung solcher Präparate insoferne Vorsicht geboten, als ja auch gerade am Hüftgelenke hie und da Fälle vorkommen, in denen bei vorher bestehender Arthritis deformans eine Gelenkfractur hinzutritt.

Die deformirende Gelenkentzündung schliesst sich sowohl an solche Gelenkfracturen an, welche zu knöcherner Consolidation gelangten, als an diejenigen, welche mit fibröser Zwischensubstanz oder Bildung eines falschen Gelenkes geheilt sind. Die Entwicklung des Processes ist stets eine schleichende und nimmt jedenfalls mehrere Jahre in Anspruch; wie lange jedoch in der Regel der Zeitraum von der Verletzung bis zum Auftreten nachweisbarer gröberer Veränderungen dauert, lässt sich noch nicht bestimmen. Immerhin scheint der Verlauf zuweilen ein rascherer zu sein, als man von vornherein annehmen möchte, wenigstens habe ich in einem Falle von Condylenbruch des Femur nach drei Jahren den Beginn der charakteristischen Erscheinungen constatiren können, und in dem unten citirten Falle von Barwell war drei Jahre nach einem

Condylenbruche des Humerus sogar schon eine schwere deformirende Entzündung des Ellbogengelenkes mit zahllosen Gelenkkörpern vorhanden.

Die zu Grunde liegenden anatomischen Veränderungen sind durchaus dieselben wie bei der nicht traumatischen Athritis deformans: Verdickung, Induration und partielle Verknöcherung der Gelenkkapsel, Hypertrophie der Gelenkzotten, Entstehung theils freier theils gestielter Gelenkkörper, Zerfaserung und Fettmetamorphose der intraartikulären Bänder, Bildung von Schliffflächen durch Zerfaserung und Usur des Knorpelüberzuges, endlich Deformation der Gelenkenden, einerseits bedingt durch massige Hyperplasie und Verknöcherung der Gelenkknorpel mit Bildung warziger Randwülste, andererseits bedingt durch gleichzeitigen Schwund von Knochengewebe. Daher bieten auch die Erscheinungen am Lebenden nur insoferne Abweichungen dar, als die Missstaltung der Gelenke dann noch viel stärker und monströser hervortritt, wenn die Heilung der Fractur selbst mit erheblicher Dislokation der Gelenkenden gegen einander zu Stande gekommen ist.

Fig. 117.



Hochgradige Arthritis deformans des Ellbogengelenkes im Gefolge einer nicht consolidirten Fractur des Condyl. extern. humeri.

Ein ausgezeichnetes Beispiel einer Gelenkfractur mit nachträglicher schwerer Arthritis deformans ist in der beistehenden Abbildung (Fig. 117) wiedergegeben. Das Präparat stammt von der Leiche eines älteren Mannes, welcher vor unbekannter Zeit eine Fractur des äusseren Condyls des Humerus erlitten hatte. Der Bruch ist nicht consolidirt, sondern die Bruchflächen haben sich gegenseitig abgeschliffen, der abgebrochene Condyl und mit ihm die beiden Vorderarmknochen sind an der äusseren Seite des Humerus emporgestiegen, so dass eine Luxation im Ellbogengelenke besteht. Die Abbildung zeigt den Humerus so gegen den Vorderarm umgelegt, dass die artikulirenden Flächen sichtbar sind. Sämmtliche

Gelenkenden sind hochgradig deformirt, namentlich das der Ulna excessiv gewuchert, die Berührungsflächen abgeschliffen, elfenbeinhart und spiegelglatt, ihre Ränder mit grobhöckerigen, warzigen Wucherungen besetzt. Daneben sind sehr zahlreiche, theils ganz freie, theils an bindegewebigen Stielen hängende Gelenkkörper von Linsen- bis Haselnussgrösse vorhanden; die Gelenkzotten hypertrophirt, die Synovialis verdickt, stellenweise mit grösseren schaligen Knochenplatten besetzt.

Zum Beweise dafür, dass solche Fälle am Ellbogen- und Kniegelenk häufiger vorkommen, seien noch folgende Beobachtungen angeführt.

Was das Ellbogengelenk betrifft, so ist zu erwähnen, dass sich in der mir zu Gebote stehenden Sammlung noch ein weiteres, dem oben beschriebenen ganz ähnliches Präparat befindet, in welchem sich eine schwere deformirende Gelenkentzündung gleichfalls an eine mit Pseudarthrose geheilte Fractur des Condyl. ext. humeri angeschlossen hat.

Malgaigne bildet 3 Fälle ab, in denen theils ein einfacher Condylenbruch des Humerus theils gleichzeitig Brüche der Gelenkenden der Vorderarmknochen vorlagen, und zugleich unzweifelhaft die charakteristischen Erscheinungen einer vorgeschrittenen Arthritis deformans zu erkennen sind. Der eine Fall betraf einen Mann in den vierziger Jahren, welcher die Fractur in seiner Kindheit erlitten hatte, der andere eine Frau von 57 Jahren, welche den Bruch vor 27 Jahren acquirirt hatte, über den dritten Fall fehlen anamnestische Notizen.

Volkmann beschreibt ein Präparat einer nicht knöchern consolidirten Fractur des Condyl. ext. hum. mit der charakteristischen Auftreibung und Verunstaltung der Gelenkenden, mit mehreren an bindegewebigen Stielen suspendirten Gelenkkörpern u. s. w. Volkmann bemerkt überdies, derartige Fälle am Ellbogengelenk wiederholt gesehen zu haben.

Tillmans fand an der Leiche eines Mannes aus den mittleren Lebensjahren eine hochgradige Arthritis deformans des Ellbogengelenks nach einem ungeheilt gebliebenen Querbruch des Olekranon.

B. Barwell beobachtete bei einem 43jährigen Manne, welcher vor 3 Jahren einen Condylenbruch des Humerus erlitten hatte und mit vollständiger Gebrauchsfähigkeit des Armes geheilt worden war, die ausgesprochenen Erscheinungen einer deformirenden Ellbogengelenkentzündung mit zahllosen freien und beweglichen Gelenkkörpern.

Von analogen Gelenkfracturen des Kniegelenkes sind 3 sehr prägnante Fälle von Volkmann mitgetheilt. In dem ersten Falle hatte sich bei einer 77jährigen Frau, welche vor 18 Jahren eine Fractur des Condyl. ext. des Femur erlitten hatte, ein schweres Genu valgum und die Erscheinungen von Arthritis deformans in ungewöhnlich hohem Grade entwickelt. Vom Condyl. ext. fühlte man nur geringe, um $2\frac{1}{2}''$ nach oben verschobene Reste. Kniegelenk um das Doppelte verdickt. Epiphysen des Femur und der Tibia gänzlich verunstaltet, von dicken höckerigen Randwülsten umgeben; die Epiphyse des Femur stark nach einwärts und unten, die der Tibia nach aussen und oben verschoben, so dass die Gelenkspalte schräg nach aussen und oben verläuft. Der Condyl. int. fem. ungeheuer verdickt und keulenförmig verbildet.

Im zweiten Falle stammte das Präparat von einem 60jährigen Manne, welcher vor 10 Jahren einen subkutanen Splitterbruch des Condyl. int. tibiae erlitten hatte. Die Anheilung war in nach abwärts dislocirter Stellung unter Entwicklung eines Genu varum erfolgt, und bei der anatomischen Untersuchung fand sich Arthritis deformans im Stadium der allgemeinen Knorpelhyperplasie an Tibia, Femur und Patella; die Gelenkränder mit warzigen oder grobhöckerigen, an ihrer Basis ossificirenden Knorpelwülsten umgeben, an den noch völlig erhaltenen Gelenkknorpeln unregelmässige drusige oder lappige Verdickungen, welche aus entzündlich gewuchertem Knorpelgewebe bestehen; keine Erscheinungen von Schliffflächenbildung, Atrophie und Usur.

Im dritten Falle stammte das Präparat von einem 60jährigen Manne, welcher vor 20 Jahren einen Splitterbruch des Condyl. int. tibiae erlitten hatte. Es war keine knöcherne Consolidation, sondern nur ligamentöse Vereinigung erfolgt, und in Folge des Herabsinkens des abgesprengten Condyls ein schweres Genu varum

entstanden. Bei der Autopsie fand sich Arthritis deformans höchsten Grades, mit Bildung tiefer Druckfurchen und Schliffflächen, mit freien Gelenkkörpern und monströsen Knochenwucherungen der Gelenkränder.

Schliesslich bleibt noch zu erwähnen, dass zuweilen nach Gelenkfracturen, ebenso wie nach heftigen Distorsionen, eine granuläre Synovitis und Parasynovitis sich anschliesst, welche zuletzt den ganzen Symptomencomplex des Tumor albus oder Gelenk-Fungus im Gefolge hat. Einen solchen Ausgang beobachtet man sowohl bei jugendlichen Individuen als bei Erwachsenen, und zwar vorzugsweise nach verkannten oder vernachlässigten Gelenkfracturen, namentlich des Fussgelenkes; gewöhnlich mag hiebei eine skrophulöse oder tuberkulose Prädisposition zu Grunde liegen.

3) Die Heilung der Brüche paralleler Knochen.

§. 153. Die Heilung der Brüche paralleler Knochen nimmt insoferne ein vorzugsweise praktisches Interesse in Anspruch, als die verschiedene Art und Weise, in welcher dieselbe zu Stande kommt, für die spätere Gebrauchsfähigkeit des Gliedes von wesentlicher Bedeutung sein kann. Hiebei handelt es sich namentlich um die Brüche der beiden Vorderarm- und Unterschenkelknochen, sowie die Brüche mehrerer benachbarter Rippen.

Fig. 118.



Geheilter Bruch beider Vorderarmknochen mit Verschmelzung derselben durch eine voluminöse Callusbrücke.

Fig. 119.



Geheilter Bruch beider Unterschenkelknochen mit starker winkeliger Knickung an der Bruchstelle. Beide Bruchenden der Fibula sind nicht unter sich, sondern nur mit der Tibia durch Callus verwachsen.

In der Regel consolidiren die Brüche beider Knochen durch getrennten, selbständigen Callus ohne Communikation beider Bruchstellen, gerade wie bei der isolirten Fractur eines einzelnen Knochens. Es geschieht diess um so eher, wenn die beiden Knochen, wie es ge-

wöhnlich der Fall zu sein pflegt, in verschiedenem Niveau gebrochen sind. Bei dieser an und für sich günstigen Heilungsweise kann nichtsdestoweniger am Vorderarme eine schwere Störung der Rotationsbewegung, besonders der Supination zurückbleiben. Die Ursache ist bald darin zu suchen, dass der Zwischenknochenraum verengt ist, sei es durch voluminösen Callus, sei es durch die einander genäherten Fragmente, da die Rotation durch Anstossen der beiden Knochen gegen einander gehemmt wird. Bald liegt das Rotationshinderniss in gewissen Dislokationen der Bruchenden, indem beispielsweise die Heilung des Radiusbruches bei supinirter Stellung des obern und pronirter Stellung des untern Fragmentes erfolgt (B. Schmidt). Bald endlich liegt das von Volkmann aufgefundene Supinationshinderniss vor: die Heilung des Radiusbruches erfolgt in Pronationsstellung mit starker winkeliger Knickung nach der Volar- oder Ulnarseite. Dann kann die Supinationsbewegung sogar bis auf wenige Grade beschränkt werden, da bei derselben der Scheitel des Winkels nach aussen gerichtet sein müsste, was durch die Anspannung des Ligament. inteross. verhindert wird.

Fig. 120.



Geheilter Bruch an zwei benachbarten Rippen mit Verwachsung der Bruchstellen durch eine Callusbrücke.

In manchen Fällen stellt sich bei der Heilung eine Synostose beider Knochen ein, indem dieselben durch Callusbrücken unbeweglich mit einander verschmelzen. Am leichtesten erfolgt die Synostose dann, wenn beide Knochen in demselben Niveau gebrochen und ausserdem die Bruchenden durch winkelige Knickung an der Bruchstelle einander erheblich genähert sind. In der Regel verwachsen hiebei die zusammengehörigen Bruchenden mit einander, und ausserdem tritt eine Verschmelzung beider Bruchstellen durch eine Callusbrücke hinzu (Fig. 118 und 120). Ist letztere sehr voluminös, so erscheint es, als ob alle vier Bruchenden gleichsam zusammenfliessen. Zuweilen verwachsen jedoch nur die Bruchenden des einen Knochens unter sich, während die des anderen jedes für sich mit dem Parallelknochen sich vereinigen (Fig. 119). Endlich kann sich eine Synostose zweier Parallelknochen auch ereignen, wenn nur der eine derselben eine Fractur erlitten hat, indem sich gegenüber der Bruchstelle desselben an dem nicht gebrochenen Knochen eine osteoplastische Periostitis in Folge des traumatischen und entzündlichen Reizes entwickelt, welche zur knöchernen Verschmelzung beider Knochen führt. Was die funktionellen Folgen solcher Synostosen betrifft, so bringen dieselben an den Rippen keinen besonderen Nachtheil, da ihre Beweglichkeit gegen einander bei den Thoraxexkursionen wenig in Anspruch genommen wird; ebensowenig an den Unterschenkelknochen, welche schon vorher unbeweglich mit einander verbunden sind. Dagegen bedingt eine laterale Synostose am Vorderarme wesentliche

Funktionsstörungen, da natürlich die Rotationsbewegung vollkommen aufgehoben ist.

Zuweilen erfolgt endlich die Heilung mit lateraler Pseudarthrose: die beiden in demselben Niveau befindlichen Bruchstellen heilen durch knöcherne Vereinigung, während die von denselben ausgehenden Callusmassen in dem Zwischenknochenraum einander entgegenwachsen, jedoch so, dass sie nicht mit einander verschmelzen, sondern durch ein falsches Gelenk verbunden werden. Man beobachtet diese Art der Heilung nur bei den Brüchen der beweglich gegen einander verbundenen Rippen und Vorderarmknochen (Fig. 121). Bei letzteren pflegt trotzdem die Pro- und Supinationsbewegung grösstentheils aufgehoben zu sein.

Fig. 121.



Geheilter Bruch beider Vorderarmknochen mit Bildung eines falschen Gelenkes zwischen dem Callus beider Bruchstellen.

4) Die Heilung der Brüche der flachen, kurzen und gemischten Knochen.

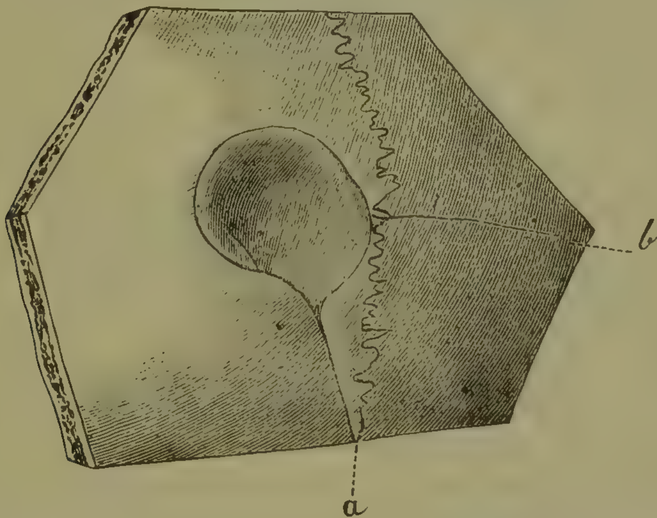
§. 154. Die Heilung der Brüche dieser Knochen ist bisher noch wenig zum Gegenstande genauerer, namentlich experimenteller Untersuchungen gemacht worden. Soweit unsere Kenntniss reicht, ist der Heilungsprocess im Allgemeinen derselbe, wie bei den Brüchen der langen Röhrenknochen. Auch hier erfolgt in der Regel die Vereinigung durch knöchernen Callus, welcher theils von dem Periost, theils von den Bruchflächen geliefert wird. Jedoch ist die Menge des äusseren, die Bruchränder überragenden Callus im Vergleiche zu den Brüchen der Röhrenknochen eine entschieden geringere, zuweilen äusserst spärliche, und namentlich pflegt auch die nachträgliche Resorption desselben eine so vollständige zu sein, dass später nur die zur Verlöthung der Bruchränder gerade nothwendige Callusmenge vorhanden ist, und keine Spur von überschüssigem Callus zurückbleibt. Im Einzelnen bietet nun aber das Verhalten der verschiedenen Arten von Knochen, welche hier in Betracht kommen, wesentliche Unterschiede dar. Wir begnügen uns mit einigen kurzen Angaben, um nicht zu weit in das Gebiet der speciellen Fracturenlehre überzugreifen.

Unter den Brüchen der flachen Knochen pflegen sich die des Schulterblattes und Beckens, selbst bei mehr oder weniger ausgedehnter Splitterung und Dislokation, vollständig und ziemlich rasch zu consolidiren. Bei der Untersuchung frisch geheilter Brüche findet man die Bruchlinie durch eine Leiste von lockerem porösem Callus bezeichnet, welche bald ziemlich flach ist, bald über $^1/_2''$ hoch sich erhebt. An älteren Präparaten fehlt dieser äussere Callus vollständig, so dass sogar zuweilen bei geheilten Splitterbrüchen nicht einmal die Anzahl der Fragmente sicher zu erkennen ist.

Die Heilung der Schädelbrüche zeichnet sich durch langsame und spärliche Knochenregeneration aus; der Callus ist stets noch weniger umfangreich als bei den Brüchen anderer flacher Knochen, so dass er

die Bruchspalte kaum ausfüllt und fast niemals in die Umgebung derselben in Form gröberer Osteophyten übergreift — zum Theil wohl aus dem Grunde, weil jede Reizung der periostalen Ueberzüge von Seiten der absolut unbeweglichen Bruchränder wegfällt (Bergmann). Bei den Spaltbrüchen sowohl der Convexität als der Basis erfolgt die Ausfüllung der Bruchspalte durch Knochensubstanz oder auch stellenweise bei starkem Klaffen der Spalte blos durch derbes fibröses Gewebe, jedoch nimmt die Consolidation ungleich längere Zeit in Anspruch als bei anderen Fracturen [1]). Untersucht man seit langer Zeit geheilte Spaltbrüche, so erkennt man sie meist an seichten flachen Furchen der äusseren Tafel, welche von den abgerundeten Rändern der Bruchspalte begrenzt sind (s. Fig. 122 bei a und b), während an der inneren Tafel kaum Andeutungen der Bruchlinie zu erkennen sind, da hier die Ausfüllung gewöhnlich bis zum Niveau der Bruchränder reicht.

Fig. 122.



Geheilter Splitterbruch des linken Stirnbeines mit Eindruck. Von demselben gehen zwei geheilte Spaltbrüche a und b aus.

Auch bei Splitterbrüchen mit Eindruck erfolgt knöcherne Consolidation: die Bruchspalten füllen sich mit Callus aus, die Kanten und Ränder runden sich ab, die Fragmente werden in ihrer dislocirten Lage durch Callus verlöthet, der Eindruck wird hie und da durch Auflagerung an der Aussenfläche etwas abgeflacht. Selbst vollständig aus allem Zusammenhang gelöste Splitter der Glastafel, welche frei in die Schädelhöhle hineinragen, können entweder von der Dura eingekapselt oder durch Callusmasse unter sich und mit der Umgebung verlöthet werden, wie solche Fälle von Bergmann [2]) angeführt sind.

Ueber den Modus der Callusbildung bei Schädelbrüchen geht die allgemeine Anschauung dahin, dass der Callus sowohl von dem äusseren und inneren Periost als von der Knochensubstanz und zwar namentlich dem Diploëgewebe geliefert wird. Leider fehlt es an experimentellen Untersuchungen über die genaueren histologischen Vorgänge bei den

[1]) Vergl. V. Bruns, Die chirurg. Krankheiten und Verletzungen des Gehirnes und seiner Umhüllungen. Tübingen 1854, S. 302.

[2]) Deutsche Chirurgie. Lieferung 30, S. 144.

subkutanen Brüchen, während über die Knochenregeneration in Trepanationslücken vielfach experimentirt worden ist (Köler, Heine, Flourens, Wagner, Ollier, Kosmowski).

Nach den Ergebnissen der neuesten Versuche von Kosmowski, welche an Kaninchen angestellt sind, trägt nur das Markgewebe der Diploë zum Verschlusse von Trepanationsdefekten mittelst Callusmasse bei. Zuerst füllt sich der Defekt mit Granulationsgewebe, welches aus den den Wundrändern angrenzenden Markräumen hervorgeht. Das Granulationsgewebe geht unter Umwandlung der Rundzellen in ovale und dann spindelförmige Zellen in weiches fasriges Bindegewebe über. Dann treten an der Wandung der Markräume sowie an der Grenze der äusseren und inneren Tafel epithelähnlich angeordnete Osteoblasten auf, welche ein osteoides Gewebe produciren, das allmälig strahlenförmig von der Peripherie gegen das Centrum den Defekt ausfüllt. Sowohl das Pericranium als das Endocranium soll sich demnach an der Callusbildung nicht betheiligen. Allein diess widerspricht nicht nur den Ergebnissen der übrigen Experimentatoren, sondern auch unseren Erfahrungen über anderweitige Knochenneubildungen am Schädel, wie beispielsweise über gewisse Hyperostosen oder Osteophyten, welche zweifellos von dem inneren und äusseren Periost geliefert werden. Nur scheint von diesen beiden die grössere Produktivität auf Seiten des inneren Periostes zu sein, da die Bruchspalten im Bereiche der Interna vollkommener mit Knochenmasse ausgefüllt zu sein pflegen als in der Externa, und hie und da an der Innenfläche sogar flache osteophytische Exkrescenzen im Umfange der Bruchstelle beobachtet worden sind.

Die Heilung der Rippenbrüche erfolgt fast ohne Ausnahme in kurzer Zeit durch knöchernen Callus, welcher bald voluminös bald spärlich ist und stets mit der Zeit mehr und mehr verschwindet (s. Fig. 123). Die Bildung des letzteren geht offenbar vorzugsweise vom Periost aus, dessen knochenbildende Eigenschaft auch durch die meist ausgiebige Regeneration nach subperiostaler Resection der Rippen bewiesen wird. Hie und da wird auch die Vereinigung der Fragmente blos durch einen äusseren Callusring bewirkt, während die Bruchspalte selbst nicht ausgefüllt ist.

Der Heilungsvorgang bei Fracturen der kurzen Knochen ist im Detail wenig untersucht. Bei den meisten ist der äussere Callus recht spärlich, namentlich bei denjenigen, welche, wie die Hand- und Fusswurzelknochen, ausgedehnte periostfreie, mit Gelenkknorpel überzogene Flächen besitzen. Die Bruchflächen vereinigen sich hier fast ausschliesslich durch den vom Marke der Spongiosa gelieferten Callus.

Ich habe durch eine Anzahl von Thierexperimenten an diesen Knochen die selbständige Produktion von Markcallus ohne Betheiligung des Periostes constatirt. Die Versuche wurden so angestellt, dass bei ausgewachsenen Hunden der Calcaneus von seinem hinteren Fortsatze aus mit einem Drillbohrer eröffnet und darauf mit einem scharfen Löffel ganz ausgehöhlt wurde. Darauf geschah der sorgfältige Verschluss der Bohröffnung mittelst eines kurzen, genau eingepassten Elfenbeinstiftes. Unter 6 Versuchen erfolgte in 5 Heilung per primam. Die Untersuchung nach 3—6 Wochen ergab, dass beinahe die ganze Höhle mit dichtem spongiösem Gewebe ausgefüllt war.

Bei den Wirbelbrüchen ist ein verschiedenes Verhalten zu beobachten: bald Vereinigung durch einen äusserst spärlichen bald wieder durch reichlichen äusseren Callus, welcher nicht nur die Bruchstelle,

sondern auch die benachbarten Wirbel zwingenartig einschliesst. Bei der Heilung der Compressions- und Zertrümmerungsbrüche der Wirbelkörper erfolgt nicht selten ein erheblicher Schwund der zertrümmerten Knochensubstanz, so dass die Höhe der Wirbelkörper im Ganzen oder blos an einem Rande herabgesetzt wird.

Fig. 123.

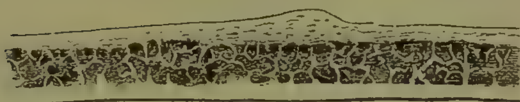
a.



b.



c.



Drei geheilte Rippenbrüche mit und ohne Dislokation, mit reichlichem und spärlichem Callus. a und c stammen von Erwachsenen, b von einem Kinde (relativ frischer Bruch).

Die Brüche der gemischten Knochen endlich, also namentlich der Gesichtsknochen, zeichnen sich durch ausserordentliche Tendenz zu rascher und vollständiger knöcherner Consolidation aus. Selbst bei Comminutivbrüchen ist die Heilung in kürzerer Zeit als fast bei allen anderen Fracturen vollendet, und zwar mit auffallend geringer Difformität und spärlichem Callus, so dass nach längerer Zeit kaum mehr Spuren der stattgehabten Trennung nachzuweisen sind.

Anhang.

Die Heilung der Knorpelbrüche.

Im Anschlusse an die Heilung der subkutanen Knochenbrüche besprechen wir kurz den Heilungsprocess der selten zur Beobachtung kommenden Knorpelfracturen.

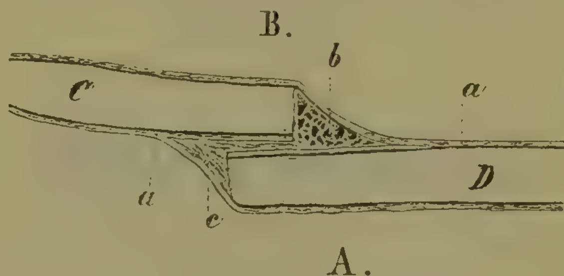
Bekanntlich haben über die Möglichkeit ihrer Heilung im Laufe der Zeiten die verschiedenartigsten Ansichten geherrscht. Während die Ansicht von Hippokrates und Galen, welche die Heilung von Knorpelwunden überhaupt für unmöglich hielten, sich Jahrhunderte hindurch erhielt und noch am Ende des vorigen Jahrhunderts durch experimentelle Untersuchungen von Dörner von Neuem bestätigt wurde, ist zwar heute die Heilung der Knorpelbrüche längst festgestellt, aber der

genaue Modus derselben noch Gegenstand der Controverse. Namentlich die Frage über die Betheiligung des Knorpelgewebes und die Knorpelregeneration, welche zuerst von J. Hunter vertheidigt wurde, ist noch nicht endgültig entschieden.

Wir unterscheiden die Brüche der ossificirenden Knorpel und die der Gelenkknorpel.

§. 155. Unter den Brüchen der ossificirenden, mit Perichondrium überzogenen Knorpel kommen am häufigsten die der Rippenknorpel, selten die der Kehlkopfknorpel zur Beobachtung. Während über den Heilungsvorgang bei den letzteren keine genaueren anatomischen Untersuchungen vorliegen, ist der Heilungsprocess bei den Brüchen der Rippenknorpel schon seit langer Zeit von zahlreichen Forschern (Magendie, Malgaigne, Manuel, Klopsch, Ollier, Schklarefsky) zum Gegenstand der Untersuchung gemacht worden.

Fig. 124.



Geheilter Rippenknorpelbruch mit Verschiebung des äusseren Fragmentes (D) vor das innere (C). A vordere, B hintere Fläche; a Perichondrium, b knöcherner, spongiöser, c fibröser Callus.

Wählen wir daher letztere als Beispiel, so ist vorauszuschicken, dass diese Brüche der Rippenknorpel gewöhnlich einfache Querfracturen mit senkrechter, glatter, zuweilen wie mit dem Messer geschnittener Trennungslinie darstellen, und die Fragmente häufig eine Uebereinanderschiebung in der Längsrichtung erleiden. Die Fracturheilung erfolgt nun zwar ziemlich in derselben Zeit wie bei einem Bruch der knöchernen Rippen, allein der Vorgang ist ein durchaus verschiedener. Die Bruchflächen des Knorpels selbst zeigen bei demselben so gut wie gar keinen Antheil und bleiben während und nach der Heilung mindestens bei der Untersuchung mit blossem Auge beinahe oder ganz unverändert; es geht vielmehr die Wiederherstellung der Continuität lediglich von dem Perichondrium und dem parachondralen Bindegewebe aus. Der von denselben gelieferte Callus besteht aus fibrösem Gewebe, welches meist verknöchert, und findet sich entweder nur zwischen den Fragmenten oder umgibt die Bruchstelle in Form einer Kapsel oder eines Ringes, welcher jedoch mit den knorpeligen Bruchflächen keine innige Verbindung eingeht. Die beistehende Fig. 124 zeigt auf dem Längsschnitte einen geheilten Rippenknorpelbruch mit Uebereinanderschiebung der Fragmente; die Bruchflächen sind vollkommen scharf und unverändert, die Fragmente an der vordern Fläche durch fibrösen, an der hintern durch knöchernen Callus vereinigt.

Die Resultate der vielfach angestellten Thierexperimente stimmen mit den angeführten Thatsachen vollkommen überein. Malgaigne fand nach subkutaner Durchschneidung der Rippenknorpel bei Hunden Vereinigung durch fibröses oder faserknorpeliges Gewebe, Klopsch bei Kaninchen Vereinigung durch Bindegewebe, welches aus einer Wucherung des die Bruchstelle umgebenden Gewebes hervorgegangen ist und sich allmälig in spongiöses Knochengewebe umwandelt.

Ollier durchschnitt die Rippenknorpel bei jungen Hämmeln und fand nach 2 Monaten den Zwischenraum zwischen den auseinandergetretenen Fragmenten durch eine fibröse Zwischensubstanz ausgefüllt, welche mit dem Perichondrium beiderseits in Zusammenhang stand, aber nicht mit den Schnittflächen des Knorpels verwachsen war; letztere hatten keinen Theil an dem Heilungsvorgange genommen.

Im Wesentlichen geschieht demnach die Vereinigung der Bruchenden nur durch äussere Verlöthung nach Art der Siegellackverklebung bei der provisorischen Callusbildung. Die eigentliche Heilung erfolgt vom Perichondrium aus, während über die aktive Theilnahme des Knorpelgewebes und die Möglichkeit einer Regeneration desselben die Ansichten noch immer auseinandergehen. Die Frage ist neuerdings (namentlich im Anschlusse an die Cohnheim'schen Entzündungsversuche) wiederholt zum Gegenstand experimenteller Untersuchungen gemacht und von der Mehrzahl der Forscher in dem Sinne entschieden worden, dass bei der Heilung von Knorpelwunden sich die Knorpelzellen durch Proliferation betheiligen können, und dass hiebei eine wenn auch geringfügige Regeneration von Knorpelgewebe stattfindet, welche theils vom Perichondrium, theils von den Knorpelrändern selbst ausgeht.

Die ersten histologischen Untersuchungen über den Heilungsprocess der Knorpelwunden sind von Redfern angestellt, welcher seine Ergebnisse dahin zusammenfasste, dass an den Schnitträndern die Knorpelgrundsubstanz erweicht, die Knorpelzellen sich vermehren, aus ihren Kapseln heraustreten und sich verlängern; so entstehe kernhaltiges Bindegewebe mit fibrillärer Grundsubstanz, welches die Wundflächen vereinigt.

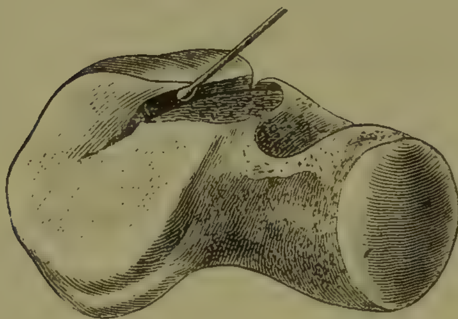
Diese Ansicht von der Proliferation der Knorpelzellen gewann zunächst keine allgemeine Geltung, vielmehr gelangte eine Reihe späterer Untersucher zu dem Schlusse, dass das Knorpelgewebe sich bei allen Entzündungen und Verletzungen passiv verhalte, beziehungsweise nur regressive Veränderungen aufweise (Popp, Archangelsky, Barth).

Erst neuerdings stimmt die Mehrzahl der Autoren bezüglich der aktiven Veränderungen der Knorpelzellen überein: die der Verletzung zunächst gelegene Zone des Knorpels weist regressive Erscheinungen (Schrumpfung der Kerne, Verfettung und Vakuolenbildung) auf, während in der weiteren Umgebung Wucherung der Knorpelzellen und Neubildung jungen Knorpelgewebes stattfindet (Reitz, Böhm, Hutob, Ewetzky, Genzmer, Peyraud, Schottelius, Tizzoni).

§. 156. Die Brüche der Gelenkknorpel haben bisher sehr wenig Beachtung gefunden. Sie sind zweierlei Art. Die überwiegende Mehrzahl sind mit Fracturen der knöchernen Gelenkenden verbunden und haben bereits oben Erwähnung gefunden. Die andere Art stellt isolirte Brüche der Gelenkknorpel ohne gleichzeitiges Zerbrechen der darunter liegenden Knochensubstanz dar. Ueber die Häufigkeit dieser letzteren sind die Meinungen weit auseinandergegangen: während man sie früher nach dem Vorgange von Reimar, welcher alle chondromatösen Gelenkkörper für abgesprengte Knorpelstücke erklärte, für relativ häufig hielt, galten sie später als äusserst selten oder ganz unmöglich.

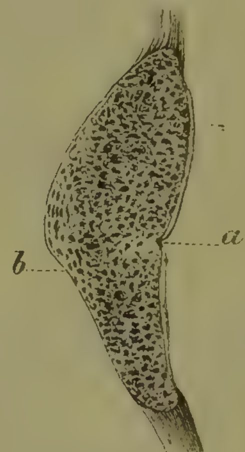
Broca[1]) wies durch Leichenexperimente nach, dass isolirte Fracturen der Gelenkknorpel nicht willkürlich durch das Experiment erzeugt werden können, und dass die Gelenkknorpel eine grössere Widerstandsfähigkeit als der Knochen besitzen. Dem entspricht allerdings die Beobachtung, die hie und da gemacht wurde, dass beim Bruche eines Gelenkendes sich die Trennung durch die spongiöse Substanz bis unmittelbar an den Knorpelübergang erstreckte, während letzterer intakt blieb (Jarjavay beschreibt ein derartiges Präparat). Andererseits lässt sich aber auch der isolirte Bruch und das Absprengen von Stücken der Gelenkknorpel, ja sogar die totale Abreissung eines solchen durch sichere Beobachtungen beweisen; und wenn auch die Zahl derselben klein ist, so liegt die Ursache gewiss zum Theil in der Schwierigkeit der Diagnose am Lebenden und der Geringfügigkeit der Verletzung, welche einer genaueren Untersuchung und Mittheilung nicht werth zu sein scheint.

Fig. 125.



Isolirte Fractur des Gelenkknorpels der Rolle des Talus. Natürliche Grösse.

Fig. 126.



Consolidirter Querbruch der Patella. Sagittaler Längsschnitt. Bei a klaffende Bruchspalte des Gelenkknorpels.

Ein vollkommen beweisendes Präparat einer isolirten Gelenkknorpelfractur ist in Fig. 125 wiedergegeben. Es betrifft den Talus eines 12jährigen Knaben, welcher durch Auffallen eines schweren Steines eine complicirte Luxation des Fussgelenkes erlitten hatte. Der Gelenkknorpel der Talusrolle ist in seinem vorderen Umfange scharfrandig durchtrennt und nach hinten zu grösstentheils von dem unterliegenden Knochen abgelöst. Letzterer sowie der ganze übrige Talus ist vollkommen unverletzt.

Ausserdem mögen als Beispiele angeführt sein die Beobachtungen von Cruveilhier[2]) (Fractur der Knorpelflächen des Radius, der Ulna und des Carpus ohne Verletzung des darunter gelegenen Knochens). Malgaigne[3]) (traumatische Ablösung des Knorpels von der unteren Gelenkfläche des Humerus bei gleichzeitiger Fractur der Gelenkenden des Vorderarmes), Mondières[4]) (T-Bruch des Gelenkknorpels am unteren Ende der Tibia ohne weitere Verletzung der Gelenktheile), sowie mehrere unter den früher (S. 224) angeführten Fällen von traumatischen Gelenkkörpern, welche blos aus Knorpel ohne Knochen bestanden.

---

[1]) Bull. de la soc. anat. 1850.
[2]) Arch. génér. de méd. 1824, p. 165.
[3]) Malgaigne, Op. cit. T. I, p. 582.
[4]) Bull. de la soc. anat. Nov. 1850, p. 346.

Sogar totale Abreissungen eines ganzen Gelenkknorpels sind neuerdings in 2 Fällen von Spite [1]) beschrieben worden. Beide Fälle betreffen das Kniegelenk: in dem einen Falle, in welchem ein Kind von einem rotirenden Wellbaum ergriffen worden war, fand sich der ganze Gelenkknorpel der Tibia abgelöst und nur eine kleine spongiöse Knochenleiste am vorderen Rande desselben mit abgetrennt. In dem anderen Falle, in welchem ein 9jähriges Kind mit einem Beine zwischen die Speichen eines in Bewegung befindlichen Wagens gerathen war, fand sich der Gelenkknorpel von beiden Condylen des Femur beinahe vollständig abgelöst, so dass er nur am vorderen Rande noch etwas haftete. Spite erklärt das Zustandekommen aus dem gewaltsamen Zuge von Seiten der am Rande des Gelenkknorpels sich inserirenden Bänder bei Hyperextension oder übermässiger Traktion in der Achse des Gliedes.

Die Heilung der isolirten Brüche der Gelenkknorpel kann, soweit sich aus den spärlichen Beobachtungen entnehmen lässt, auf zweierlei Weise zu Stande kommen. Handelt es sich um vollständige Absprengung von Knorpelstücken, welche frei in die Gelenkhöhle gerathen, so tritt niemals Wiederanheilung ein, sondern sie werden entweder zu ganz freien Gelenkkörpern oder verwachsen nachträglich mit der Innenfläche des Kapselbandes; der Knorpeldefect auf der Gelenkfläche wird mit Bindegewebe ausgekleidet, das sich unmittelbar aus dem Knochen bildet. Handelt es sich dagegen um Continuitätstrennung ohne Absprengung von Knorpelstücken, so bleibt die Bruchspalte entweder klaffend, oder wird mit einer bindegewebigen Narbe ausgekleidet. Letztere füllt gewöhnlich den Defekt nicht vollständig bis zum Niveau der Gelenkfläche aus und lässt sich auch schon mit blossem Auge von dem Knorpelgewebe unterscheiden, so dass die Bruchlinie meist deutlich sichtbar bleibt.

Dieses ist wenigstens der gewöhnliche Befund bei geheilten Gelenkfracturen, wie sie mir in grösserer Anzahl vorliegen und auch von Gurlt abgebildet sind. Die Bruchspalte des Knorpels findet sich stets unvereinigt oder mit Bindegewebe angefüllt und deutlich sichtbar, ihre Ränder meist abgeflacht und abgerundet. In dem bereits früher (S. 219) erwähnten Falle von knöchern geheiltem Querbruch der Patella (Fig. 126) war die Spalte im Gelenkknorpel noch 15 Jahre nach der Verletzung deutlich sichtbar, keilförmig, mit scharfen Rändern versehen und mit Bindegewebe von der Synovialis ausgefüllt, das nur im Grunde der Spalte fester haftete und in der Abbildung nicht wiedergegeben ist. Die ganze Gelenkfläche der Patella war mit einem glatten Fortsatze der Synovialis überzogen.

Nach den experimentellen Untersuchungen über die Heilung subkutaner Wunden der Gelenkknorpel stammt die den Defekt auskleidende Bindegewebsnarbe entweder von den Bruchrändern des Knorpels selbst (Redfern, Tizzoni), oder von der Synovialis (Tizzoni), oder wächst aus den Markräumen der oberflächlichen Knochenschichte im Grunde der Bruchspalte hervor (Tizzoni, Gies). Die Bindegewebsnarbe kann sich nach den Tizzoni'schen Untersuchungen mit der Zeit in hyalines Knorpelgewebe umwandeln, indem sich die Zellen direkt in Knorpelzellen umbilden und eine anfangs schleimige, später hyaline Intercellularsubstanz sich entwickelt.

In letzter Zeit ist dagegen Gies bei seinen Versuchen über die Heilung von Schnittwunden der Gelenkknorpel, die unter antiseptischen Cautelen gesetzt wurden, zu abweichenden Resultaten gelangt. Letztere gehen dahin, dass bei reinen Knorpelwunden ohne Mitverletzung des

[1]) Spite, Contribution à l'étude des fractures complètes des cartilages diarthrodiaux. Thèse. Paris 1881, Nr. 197.

Knochens und ohne Zutritt von Entzündungserregern der Knorpeldefekt nie ausheilt, dass vielmehr die Knorpelzellen durch Atrophie, Schwund und Verfettung zu Grunde gehen, während die Grundsubstanz sich auffasert. Ist jedoch das Knochengewebe mit verletzt, so wird der Defekt im Knorpel durch Bindegewebe ersetzt, welches aus den Markräumen der subchondralen Knochenschichte in die Höhe wuchert.

Cap. VI.

Heilungsprocess der complicirten Knochenbrüche.

Die Heilung der complicirten Fracturen, bei denen die Bruchstelle durch eine penetrirende Hautwunde blosgelegt ist, erfolgt zwar im Wesentlichen durch dieselben feineren Vorgänge der Callusbildung, wie die Heilung der subkutanen Fracturen, dagegen zeigt sie in ihrem äusseren Verhalten die auffälligsten Unterschiede. Und wiederum bieten die einzelnen Fälle von offenen Brüchen unter sich die grössten Differenzen in ihrem Verlaufe dar, je nachdem bald nur eine einfache Knochentrennung und kleine Hautwunde besteht, bald eine ausgedehnte Zersplitterung oder Zermalmung des Knochens mit bedeutender Quetschung, Zerreissung und Verwundung der Weichtheile vorhanden ist.

§. 157. In den günstigsten, jedoch recht seltenen Fällen erfolgt die Heilung per primam, ohne Eiterung, wie bei den subkutanen Fracturen.

Es sind das ausschliesslich Fracturen mit sehr kleiner Hautwunde und geringer Quetschung der Weichtheile, wie sie namentlich auf indirektem Wege als sogenannte Durchstechungsfracturen zu Stande kommen. Unter günstigen Umständen kann hier die kleine Wunde sofort verkleben oder die sogenannte Heilung unter dem Schorfe eingehen: d. h. sie bedeckt sich mit einer fest anhaftenden Kruste aus eingetrocknetem Blute, Lymphe und Parenchymsäften, welche die Wunde und Bruchstelle gegen die äussere Luft vollkommen abschliesst. Unter diesem natürlichen Schorfe geht die Heilung der Wunde durch Granulationen ohne Eiterung vor sich; mit der Ueberkleidung des Narbengewebes mit Epithel fällt der Schorf ab und die Wunde ist geheilt. Gleichzeitig vollzieht sich auch die Heilung der Fractur selbst genau durch dieselben Vorgänge der Callusbildung wie bei den subkutanen Fracturen, und auch die Dauer des Heilungsverlaufes bis zur vollendeten Consolidation ist die nämliche.

§. 158. Ganz anders gestaltet sich die Heilung bei den gewöhnlichen complicirten Fracturen, bei denen sich die Weichtheilwunde nicht per primam schliesst. Nirgends treten ja die Gegensätze im Verlaufe einer subkutanen Verletzung und einer Verwundung so offenkundig hervor, wie gerade bei den subkutanen und offenen Fracturen. Und damit ist auch die Ursache dieser Differenz bezeichnet: es ist die freie Communikation der Bruchstelle mit der äusseren Luft und das Eindringen von Fäulnisserregern, welches Zer-

setzung des Blutes und der Wundsekrete und hiedurch Entzündung, Eiterung, Necrose und Sepsis im Gefolge hat.

Auf die Consequenzen, welche sich hieraus ergeben, werden wir später bei der Besprechung der Therapie der complicirten Fracturen ausführlicher einzugehen haben; nur so viel sei hier erwähnt, dass es mit Hülfe einer bestimmten Wundbehandlungsmethode, nämlich der antiseptischen, gelingt, jene äusseren Schädlichkeiten von der Wunde abzuhalten, und somit die Heilung der Fractur nach Art einer subkutanen herbeizuführen. Der Vorgang ist dann ähnlich wie bei der eben geschilderten Heilung unter dem Schorfe, so dass derselbe treffend als Heilung unter dem aseptischen feuchten Blutschorfe (Volkmann) bezeichnet wird. Die Bruchspalte sowie die Weichtheilwunde füllen sich mit Blutgerinnseln, welche wie ein weicher Kitt die getrennten Gewebe verkleben und die Bruchspalte in der Tiefe als eine natürliche Decke abschliessen. Diese Blutgerinnselschichten bleiben, ohne der Zersetzung und Fäulniss anheimzufallen, liegen, bis sie sich „organisirt" haben, d. h. bis sie durch organisirte Gewebswucherung allmälig ersetzt sind. Hiebei fehlt jede stärkere entzündliche Reaktion der Wunde und namentlich jede Eiterung in der Bruchspalte, die Sekretion ist nur oberflächlich, minimal, dickschleimig, und die Fracturheilung geht ungestört wie bei einem einfachen Knochenbruche vor sich.

§. 159. Sehen wir ab von diesem durch die Hülfe der Kunst geleiteten Heilungsverlaufe, so ist der gewöhnliche Weg der Heilung der durch Eiterung. Wir haben auch hier wieder die leichteren Fälle mit glatter Heilung und die schwereren mit mannigfachen Störungen des Verlaufes zu unterscheiden.

Die relativ leichteren Fälle, welche am ehesten einen ungestörten Verlauf erwarten lassen, sind diejenigen mit geringer Quetschung der Weichtheile und einfacher Knochentrennung. Die erste Veränderung, welche man an denselben beobachtet, ist eine entzündliche Anschwellung im Bereiche der Bruchstelle, welche stets erheblicher ist als bei einfachen Brüchen. Durch eine ungemein reichliche, zellige und seröse Infiltration des Periostes und der angrenzenden Bindegewebs- und Muskellagen verschmelzen diese Theile zu einer Art homogener Kapsel, in der das Periost eine Strecke weit ganz aufgegangen zu sein scheint, wie bei der Heilung der einfachen Fractur. Nur ist die Kapsel nicht vollständig geschlossen, sondern an der Stelle der Wundspalte in ihrer Continuität unterbrochen. Indem sich nun die sogenannte Wundreinigung vollzieht, und die durch Quetschung mortificirten Gewebstheile sich abstossen, überziehen sich sowohl die Wundflächen der äusseren Weichtheilwunde als die Innenfläche des Periostes, so weit es von den Bruchenden abgelöst ist, mit Granulationen. Diese fliessen von beiden Theilen aus zusammen, so dass dann jene die Bruchenden einschliessende Kapsel an ihrer Innenfläche mit einer zusammenhängenden Granulationsschichte ausgekleidet ist, welche sich in die Granulationsfläche der Wundspalte continuirlich fortsetzt. Die Bruchenden selbst ragen in der ersten Zeit, von ihrer Beinhaut eine Strecke weit entblösst, nackt in die Granulationshöhle hinein und werden von dem Eiter umspült. Dieselben sind jedoch keineswegs mit Nothwendigkeit der Necrose verfallen, vielmehr tritt ihre Betheiligung an der Fractur-

heilung in weit erheblicherem Maasse als bei den einfachen Fracturen in die Erscheinung. Sowohl an der Oberfläche derselben als an den Bruchflächen selbst entwickelt sich eine rareficirende Ostitis, d. h. eine lebhafte Granulationswucherung in den Havers'schen Kanälchen mit bedeutender Erweiterung der letzteren. Der anfangs glatte, nackte Knochen bedeckt sich daher gleichfalls mit feinen rothen Pünktchen und Streifchen, welche rasch nach allen Seiten hin auswachsen und zu einer gleichmässigen Granulationsfläche zusammenfliessen. Letztere überzieht zuerst die äussere Oberfläche der Bruchenden und dann auch die Bruchflächen und wächst schliesslich von beiden Fragmenten aus zusammen, so dass die Bruchenden durch eine aus Granulationsgewebe gebildete Zwischensubstanz vereinigt werden. Auf diese Weise nun füllt sich die anfangs vorhandene Höhle um die Bruchenden völlig mit sehr gefässreichem Granulationsgewebe aus, das von allen Seiten her zusammentrifft.

Lässt sich dieses erste Stadium als das der Granulationswucherung bezeichnen, so ist das zweite durch die Verknöcherung des Granulationsgewebes charakterisirt. Beide Processe gehen übrigens zum Theil neben einander her, denn lange bevor die Höhle mit Granulationen ausgefüllt ist, beginnt die Bildung des knöchernen Callus. Schon nach etwa 6 Tagen bemerkt man die ersten Knochenbälkchen, welche immer zuerst von der Oberfläche des Knochens ausgehen, und zwar gleichfalls wie bei den subkutanen Fracturen an der Grenze des intakten Periostes. Die Knochenbälkchen sind anfangs nur spärlich und nehmen langsam zu, später werden sie rasch immer zahlreicher und wachsen nach allen Richtungen hin aus und unter einander zusammen. Auf diese Weise wandelt sich das junge Granulationsgewebe direkt in weitmaschiges spongiöses Knochengewebe um.

Im Vergleiche zu den einfachen Brüchen besteht also der Unterschied wesentlich darin, dass das knorpelige Vorstadium des Callus fehlt. Uebrigens ist damit das Vorkommen einzelner knorpeliger Partieen nicht ausgeschlossen, vielmehr trifft man hie und da solche Knorpelinseln namentlich gegenüber der Wundspalte, die sich wie bei den subkutanen Fracturen verhalten. Sie finden sich, wie zuerst Ranvier hervorgehoben hat, überhaupt an solchen Stellen, welche frei von Eiterung geblieben sind, und zum Beweise hiefür können die von Rigal und Vignal angestellten Experimente dienen, bei denen zuerst eine einfache Fractur der Tibia gemacht und dann ein Metalldraht nach Art eines Haarseiles quer durch die Weichtheile in der Nähe der Bruchstelle hindurchgezogen wurde, um Eiterung in dem Stichkanal zu erzeugen und zu unterhalten. Bei der Untersuchung nach 10—12 Tagen bestand der Callus im Bereiche des Stichkanales aus verknöchernden Granulationen, in den übrigen Partieen aus ossificirendem Knorpel.

Der knöcherne Callus wird wie bei den subkutanen Fracturen hauptsächlich von dem Perioste in Form eines äusseren Ringes gebildet, der von den Grenzen der Periostabhebung gegen die Bruchspalte zu fortschreitet und anfangs von fistulösen Lücken und Kanälen durchbrochen ist, durch welche der Eiter aus der Bruchspalte sich nach aussen entleert. Auch das Knochenmark, das mit der eiternden Bruchspalte in Berührung ist, nimmt an der Callusbildung Theil; es wandelt sich zuerst in rothes entzündliches Mark und hierauf in Granulations-

gewebe um, das zuweilen in Form eines pilzähnlichen Zapfens aus der Markhöhle hervorwuchert und schliesslich verknöchert. Gewöhnlich erst später kommt es zur Verknöcherung der die Bruchspalte ausfüllenden Zwischensubstanz und zur knöchernen Verschmelzung der Bruchenden. Zuletzt schliessen sich auch die in dem äusseren Callusringe vorhandenen Lücken durch Knochenneubildung, so dass nun der Callus externus, internus und intermedius eine zusammenhängende Masse darstellt, welche sich von dem Callus der subkutanen Fractur nur dadurch unterscheidet, dass sie voluminöser und unregelmässiger zu sein pflegt, da die Reizung um die Bruchstelle eine stärkere und längere Zeit anhaltende ist. Zu dieser Zeit ist denn auch die äussere Wunde zur Vernarbung gelangt, nachdem sie kürzer oder länger, spärlich oder reichlich geeitert hatte, und damit die Heilung beendigt.

Die nachträgliche Um- und Rückbildung des Callus geht auf dieselbe Weise wie bei den subkutanen Fracturen vor sich, indem er allmälig an Volum abnimmt und durch Anlagerung neuer Schichten in den weiten Maschenräumen in normales compaktes Knochengewebe übergeht.

§. 160. Der geschilderte glatte und ungestörte Verlauf findet übrigens nur in den selteneren Fällen statt, welche die genannten günstigen Bedingungen darbieten, und bei denen namentlich während des ersten Heilungsverlaufes alle inneren und äusseren Schädlichkeiten fernbleiben. In der Mehrzahl der Fälle liegen aber schon die Verhältnisse bezüglich der Verletzung selbst ungünstiger. Die Hautwunde ist zuweilen gross und zerfetzt, die Weichtheile sowohl an der Oberfläche als in der Tiefe sind stark gequetscht und zerrissen, es sind grosse hämatomartige Extravasate im subkutanen, subaponeurotischen und intermuskulären Zellgewebe vorhanden, der Knochen entweder in mehrere grössere Fragmente oder in zahlreiche Splitter zerbrochen, welche zum Theil noch an Weichtheilen adhäriren und in verschiedener Richtung dislocirt, zum Theil ganz abgetrennt und in benachbarte Gewebe hineingetrieben sind.

Die Störungen des Heilungsverlaufes in derartigen schwereren Fällen sind ausserordentlich mannigfaltig. Denn selbstverständlich kann sich zu denselben die ganze Reihe der örtlichen und allgemeinen accidentellen Wundkrankheiten hinzugesellen, welche zu allen offenen Wunden hinzutreten können und in der That so häufig den Verlauf der offenen Knochenbrüche compliciren. Sehen wir von diesen Complikationen ab, welche an späterer Stelle Erwähnung finden, so bleibt hier nur eine Art von lokaler Störung zu berücksichtigen, welche den offenen Fracturen eigenthümlich ist und fast in allen schwereren Fällen beobachtet wird, nämlich die Necrose der Bruchenden und Splitter.

An den Bruchenden tritt Necrose dann ein, wenn dieselben von Periost entblösst in der Wunde frei zu Tage liegen oder sogar aus derselben nach aussen hervorstehen, wenn ferner die Knochensubstanz sowie das Periost und Mark stark gequetscht und zertrümmert oder endlich Periost und Mark durch Vereiterung und Verjauchung zu Grunde gegangen sind. Die Ausdehnung der Necrose in der Länge und Dicke der Bruchenden muss hiebei natürlich eine sehr verschiedene sein, da sie eben so weit reicht, als der Kreislauf und die Ernährung des Knochens sistirt ist. Bald ist es daher nur eine oberflächliche Schichte

der Rindensubstanz, bald nur eine Zacke der Bruchflächen, bald ein kürzeres oder längeres Stück aus der ganzen Dicke der Bruchenden.

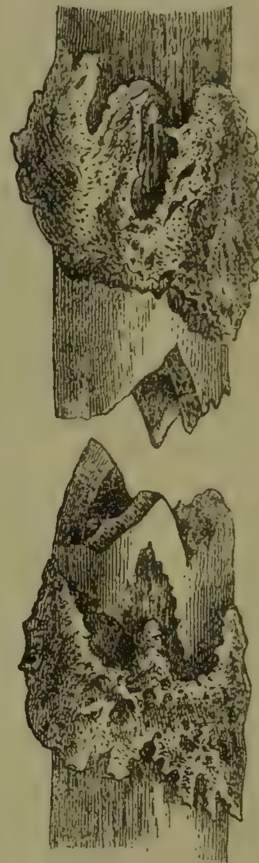
Nehmen wir den letzteren Fall an, dass nämlich die Enden beider Fragmente nekrotisch werden, so gestaltet sich die Fracturheilung in folgender Weise. Die Weichtheilwunde sowie die Innenfläche der abgelösten Beinhaut überziehen sich mit Granulationen, während die Beinhaut mit ihrer äusseren Fläche mit den angrenzenden Weichtheilen verschmolzen ist. Die entblössten Knochenenden ragen frei in diese

Fig. 127.



Complicirte Fractur in der Mitte des Oberschenkels mit Necrose beider Bruchenden. Tod $4^1/_2$ Wochen nach der Verletzung.

Fig. 128.



Complicirte Fractur der Diaphyse des Humerus mit Necrose beider Bruchenden und Demarkation.

Granulationshöhle hinein und werden von Eiter umspült. Nach aussen wird die Höhle von einem unregelmässigen, von Lücken durchbrochenen Periostcallus umgeben, und ausserdem lagert sich Callus an der Grenze des gesunden Knochens sowohl an der Aussenfläche als im Innern der Markhöhle ab. Die Bruchenden zeigen im Bereiche der Necrose eine weisse Farbe und glatte Oberfläche und werden von dem gesunden Knochen durch eine Demarkationsfurche und einen unregelmässigen Wall oder Kranz von Callusauflagerung in Form flacher oder stacheliger Osteophyten abgegrenzt.

In diesem Zustande verharrt nun die Bruchstelle bis zur Entfernung der nekrotischen Knochenstücke, welche während dieser Zeit in ihrem Ansehen vollkommen unverändert bleiben und als Fremdkörper die Eiterung unterhalten. Ihre Ablösung geschieht auf dem gewöhnlichen Wege der Sequestration, indem sich an der Grenze des gesunden Knochens die Demarkation durch Granulationsentwicklung in den Havers'schen Kanälchen vollzieht (Fig. 127 u. 128). Sind die Sequester nur klein und daher auch frühzeitig gelöst, so können sie sich spontan durch die fistulöse Oeffnung nach aussen ausstossen, sind sie umfangreicher, so nimmt ihre Lösung längere Zeit in Anspruch, und dann kann auch durch die starke Wucherung des äusseren Callus, der nun zugleich die Rolle einer Sequesterlade spielt, die Lücke in demselben bereits so verengt sein, dass nur durch künstliche Hülfe der Sequester zu entfernen ist. Jetzt erst besteht kein Hinderniss mehr, dass sich die Höhle und namentlich der Zwischenraum zwischen den Fragmenten mit Granulationen vollständig ausfüllt, die nachträglich verknöchern: jetzt erst beginnt die Consolidation der Fractur.

§. 161. Wie verhält es sich nun mit den von den Bruchenden losgetrennten Splittern bei den Comminutivfracturen?

Ihr Schicksal ist wesentlich verschieden von dem der Splitter bei subkutanen Fracturen. Während letztere so gut wie ausnahmslos einheilen und in die Callusmasse eingeschlossen werden, fällt bei den offenen Brüchen die Mehrzahl derselben der Necrose anheim. Ihre Lebensfähigkeit hängt in erster Linie davon ab, ob sie mit den bedeckenden Weichtheilen, insbesondere dem Periost, noch durch eine hinreichend breite Brücke in Verbindung stehen, um genügend ernährt zu werden. Ausserdem ist es aber auch erforderlich, dass diese Ernährungsbrücke bis zur Anheilung der Splitter ungestört erhalten bleibt, also nicht durch Gangrän oder Vereiterung und Verjauchung zu Grunde geht.

Die Erfahrung lehrt nun, dass die an Periostbrücken adhärenten Splitter (Dupuytren's sekundäre Splitter) nicht gar selten erhalten bleiben und einheilen. Die Periostbrücke sowohl als der Periostüberzug betheiligt sich an der Callusbildung, und auch von den Bruchflächen gehen Granulationen aus, die verknöchern, so dass der Splitter durch Callusbrücken angelöthet oder ganz in Callusmasse eingebettet wird. Derartige Präparate findet man nicht allzu selten. Nur ist eine wesentliche Bedingung die, dass die Anheilung nicht durch profuse Eiterung verhindert wird, da sonst durch eiterige Periostitis und Verjauchung des Periosts der Splitter seiner Ernährungsquelle beraubt wird. Daher gelingt die Anheilung bei der antiseptischen Wundbehandlung sogar in der Regel, falls nur ein aseptischer Verlauf mit mässiger Sekretion erzielt wird. Zum weitern Belege hiefür dienen auch die neuerdings unter dem Schutze der Antisepsis wiederholt ausgeführten Operationen der Pseudarthrose bei ausgedehnten Knochendefekten, bei denen von dem einen Fragmente ein Knochenstück mit Erhaltung einer Weichtheilbrücke abgetrennt und in den Defekt transplantirt wird. Beispielsweise trat in zwei Fällen v. Nussbaum's [1]) und

[1]) Aerztliches Intelligenzblatt. 1875, Nr. 8.

Baum's [1]), welche die Ulna und Tibia betrafen, Einheilung des transplantirten Knochenstückes ein.

Was dagegen die sowohl vom Knochen als von den Weichtheilen vollkommen losgetrennten Splitter (Dupuytren's primäre Splitter) betrifft, so hielt man dieselben früher für ausnahmslos der Necrose verfallen. Sicherlich trifft das für die grosse Mehrzahl derselben zu, jedoch kommt auch unter besonders günstigen Umständen eine Erhaltung und Einheilung derselben zu Stande. Letzteres lässt sich mit Sicherheit aus einzelnen Präparaten von geheilten complicirten Fracturen entnehmen, wie solche in Fig. 131 und 132 abgebildet und auch von Volkmann, Lossen und v. Bergmann beschrieben sind. Man findet in denselben einen oder mehrere grössere dislocirte Splitter, welche durch Callusbrücken unter sich und mit den Bruchenden verbunden sind und zur festen Vereinigung der letzteren beitragen. Ihre Oberfläche ist theils von den Callusbrücken überdeckt, theils von einer feinen zarten Knochenauflagerung überzogen, so dass sie sich nicht glatt, sondern rauh anfühlen lassen. Schon diese Beschaffenheit lässt sie von den etwa mechanisch fixirten nekrotischen Splittern unterscheiden, welche meist gleichzeitig in mehrfacher Anzahl angetroffen werden und sich durch weisse Farbe und glatte Oberfläche auszeichnen.

Wir dürfen annehmen, dass die Erhaltung dieser Splitter in derselben Weise wie bei den subkutanen Fracturen zu Stande kommt, indem nämlich die abgetrennten Gefässe des Splitters, bezw. seines Periostes alsbald wieder mit den Gefässen der benachbarten Gewebe in Verbindung treten: der Splitter wird also wieder vaskularisirt, wie es Klebs [2]) direkt beobachtete, und es erfolgt eine prima intentio des Knochens. Hieraus ergibt sich aber sofort die weitere Thatsache, dass die primäre Vereinigung des Splitters nur möglich ist, wenn auch die Wunde in der Umgebung per primam verklebt, dass also eine wesentliche Bedingung für das Anheilen der Splitter das Ausbleiben der Eiterung ist.

Dieser Satz wird auch durch die Ergebnisse der Re- und Transplantationsversuche von resecirten Knochenstücken bestätigt.

Die Experimente wurden zuerst nur an den Schädelknochen angestellt, indem man eine heraustrepanirte Knochenscheibe wieder an ihre Stelle einfügte. Hiebei hatten Merrem, v. Walther, Heine, Flourens, J. Wolff, Kosmowski, Rudneff insoferne Erfolg, als sie in vereinzelten Fällen eine Einheilung des Knochenstückes erzielten. J. Wolff [3]) lieferte überdiess durch zahlreiche Versuche den Nachweis, dass von den platten Knochen sogar vom Periost entblösste Stücke wieder einheilen können, falls die Wunde per primam geheilt ist, und dass, wie sich aus dem Erfolge der Krappfütterung ergab, das eingeheilte Knochenstück wieder fortleben und seine lebendigen Beziehungen zu dem Knochen, dem es aufliegt, wieder gewinnen kann.

Dagegen hatten die früheren Versuche mit Transplantation und Replantation von Stücken der Röhrenknochen und Rippen (Klencke, Wiesmann, Bogdanowsky, Heine, Wolff, Billroth, Rudneff) keinen Erfolg: die

---

[1]) Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. 1881.
[2]) Klebs, Beitr. zur pathol. Anat. der Schusswunden, S. 41.
[3]) Arch. für klin. Chir. Bd. 4, 1863, S. 183. — Berliner klin. Wochenschr. 1869, S. 492.

implantirten Knochenstücke wurden ausnahmslos nekrotisch. Nur Ollier[1]) gelangte unter zahlreichen Versuchen zu einem positiven Resultate. Bei einem 8monatlichen Kaninchen machte er eine wechselseitige Transplantation eines 13 mm langen Stückes aus der ganzen Dicke der Diaphyse des Radius von einer Seite zur andern; auf der einen Seite erfolgte Heilung der Wunde per primam und vollständige Einheilung des Knochenstückes in den Defekt, auf der andern Seite eiterte die Wunde und misslang die Transplantation.

Von grösstem Interesse sind nun aber die in neuester Zeit von Bergmann und Jakimowitsch[2]) angestellten Experimente. An Hunden wurden aus der Diaphyse des Femur und der Tibia mittelst einer kleinen Laubsäge oder Meisselschlägen Knochenstücke bis 20 mm Länge ausgesägt und bald mit zurückgelassenem Periost, bald entblösst von allen Weichtheilen an ihren alten Platz zurückgebracht. In einigen Fällen bestand das replantirte Stück blos aus Cortikalsubstanz, in anderen war an ihm auch Markmasse gelassen. In einer zweiten Versuchsreihe wurden die Knochenplättchen in gleicher Weise isolirt und auch in die Knochenlücke, der sie entnommen waren, zurückgebracht, allein so, dass ihre ursprüngliche Aussenfläche nach innen gekehrt und an das blosgelegte Knochenmark gefügt wurde, während die frühere Innenfläche nach aussen, gegen die angrenzenden Weichtheile gerichtet wurde. Von 12 Versuchen gelangen 10, indem die resecirten und replantirten Knochenstücke wieder einheilten und lebendig fortlebten. Zweimal trat Eiterung ein, welche jedesmal den Verlust des eingefügten Knochenstückes zur Folge hatte. In den 10 gelungenen Fällen handelte es sich um eine durchweg per primam geschlossene Wunde.

Um diese Heilung zu erzielen, waren alle antiseptischen Cautelen möglichst strenge durchgeführt worden. Die erhaltene Vitalität der eingeheilten Knochenstücke wurde durch die makroskopische und mikroskopische Untersuchung, durch Injektion und in einem Falle durch das Resultat der Krappfütterung constatirt.

Endlich ist durch Versuche von Riedinger[3]) noch die weitere Thatsache erwiesen, dass bei Thieren auch Knochenstücke, welche von einer anderen Species entnommen sind, einheilen können. Ein Stück der Fibula eines Kaninchens, das in einen Bohrkanal des Humerus eines Hundes eingetrieben worden war, zeigte sich nach 5 Monaten vollkommen fest eingeheilt und mit dem fremden Knochengewebe verwachsen; im Gegensatze zum Elfenbeinstift war es nicht kleiner geworden, nur der in die Markhöhle vorragende Theil war resorbirt. Dagegen sind bisher die Versuche, beim Menschen zur Beseitigung von Pseudarthrosen Knochenstücke von Thieren einzuheilen, missglückt.

Aus den angeführten Experimenten geht mit Sicherheit hervor, dass Stücke der grossen Röhrenknochen, welche vollständig und allseitig isolirt, ja sogar mitunter ihres Periostes beraubt waren, wieder anheilen können, sofern nur die Eiterung an der Bruchstelle vermieden wird.

§. 162. Nachdem wir bei der Anheilung vollkommen gelöster Splitter etwas länger verweilt haben, weil diese Frage bisher eine zweifelhafte und strittige war, so muss doch nochmals betont werden, dass dieses Vorkommniss ein relativ seltenes ist, und dass die grosse Mehrzahl jener Splitter, zumal bei profuser Eiterung der Wunde, sicher nekrotisch wird und früher oder später zur Ausstossung gelangt.

Solche nachträglich ausgestossenen Bruchsplitter lassen sich übrigens auf den ersten Blick von nekrotisch abgestossenen Theilen der Bruch-

---

[1]) Ollier, Traité de la régénérat. des os. T. I. Paris 1867, p. 430.

[2]) Versuche über das Wiederanheilen vollkommen getrennter Knochensplitter. Deutsche Zeitschrift für Chir. Bd. 15, S. 201.

[3]) Archiv für klinische Chirurgie. Bd. 26, S. 985.

enden (Dupuytren's tertiären Splittern) unterscheiden, falls sie nicht etwa sehr lange Zeit im Körper verweilt haben, da ja auch an todten Knochen Resorption eintreten kann. Man erkennt die Bruchsplitter daran, dass sie ausschliesslich scharfe Ränder mit Zacken und Spitzen besitzen, welche sofort als Bruchränder imponiren. Dagegen weisen die von den Bruchenden abgetrennten Sequester theils Fracturränder theils Demarkationsränder und -Flächen auf, welche letztere das charakteristische zernagte und angefressene Aussehen darbieten. Ein sehr anschauliches Beispiel dieser Art von Sequestern bietet das in Fig. 129 abgebildete Präparat, das ein in toto nekrotisch abgestossenes Bruchende des Femur darstellt. Man erkennt sehr deutlich den Unterschied des untern scharfen Bruchrandes und der obern sehr schrägen Demarkationsfläche.

Fig. 129.



Sequestrirtes Bruchende von einem complicirten Bruch der Diaphyse des Femur. Das Bruchende war aus der Weichtheilwunde hervorgestanden und längere Zeit nicht reponirt worden.

Endlich kommen auch nicht selten Sequester der Bruchenden vor, welche gar keinen Fracturrand besitzen. Es sind meist oberflächliche Sequester der Cortikalsubstanz, welche sich in Nichts von den gewöhnlichen, ohne Zusammenhang mit einer Fractur entstandenen Sequestern unterscheiden.

§. 163. Schliesslich bleibt noch die Bedeutung der Bruchenden- und Splitternekrose für den Heilungsverlauf zu würdigen.

Wir haben bereits erwähnt, dass die nekrotischen Bruchenden, so lange sie in der Wunde verbleiben, als Fremdkörper Eiterung in der Bruchspalte unterhalten. Dasselbe gilt für die nekrotischen Bruchsplitter, welche theils in der Bruchspalte und ihrer nächsten Nähe liegen geblieben, theils mehr oder weniger weit in die umgebenden Weichtheile, insbesondere Bindegewebs- und Muskellager hineingetrieben sind. Da jeder nekrotische Splitter in seiner Umgebung Entzündung und Eiterung erregt und unterhält, so bildet sich um jeden eine von Granulationen ausgekleidete Höhle. Es wird somit die Entzündung und Eiterung vermehrt, unter Umständen der freie Eiterabfluss nach aussen gehemmt, und jedenfalls durch die Gegenwart ausgedehnterer nekrotischer Gewebstheile die Zersetzung der Wundsekrete und Jauchung ausserordentlich begünstigt. Die Sepsis der Wunde begünstigt aber natürlich ihrerseits wieder das Auftreten der zahlreichen Complikationen, welche so oft zu complicirten Splitterfracturen sich hinzugesellen und die häufigste Ursache des tödtlichen Ausganges an Pyämie und Septicämie werden. Es mag hier nur erinnert werden an die eiterig-jauchige Osteomyelitis und Periostitis, an die progrediente septische Phlegmone und die schleichende, immer an neuen Stellen wieder auftretende Zellgewebsvereiterung um die Knochen herum, zwischen den Muskeln und unter der Haut. Namentlich diese letztere Störung ist ja eine so häufige, dass sogar bei den meisten complicirten Fracturen mit Knochennecrose wiederholte Abscedirung, Eitersenkung und Eiterretention die Regel ist.

Hiezu kommt, dass durch ausgedehntere Knochennecrosen die Heilung ausserordentlich verzögert wird; denn erst wenn alle Splitter und Sequester abgestossen und entfernt sind, kommt die definitive Schliessung der Wunde und Consolidation der Fractur zu Stande. Die Ausstossung zahlreicher Splitter und Lösung grösserer Sequester erfordert aber längere Zeit, und während dessen wird die Eiterung Monate lang unterhalten, sie bleibt reichlich und dünn und vermag die Kräfte des Kranken in bedenklichem Grade zu erschöpfen. Liegen die nekrotischen Splitter in der Nähe der äusseren Wund- oder Fistelöffnung, so werden sie durch die wuchernden Granulationen mehr und mehr nach aussen geschoben und spontan eliminirt. Liegen sie in der Tiefe, so werden sie nicht selten von wuchernden Callusmassen umschlossen und hiedurch ihre spontane Ausstossung verzögert oder ganz verhindert. Man kann sich hievon an Präparaten von complicirten Fracturen, namentlich Schussfracturen, welche in der Heilung mehr oder weniger weit vorgeschritten sind, sehr häufig überzeugen; man sieht an den Fig. 130—132 abgebildeten Beispielen, welche den im Feldzuge 1866 und 1870/71 von meinem Vater gesammelten Präparaten entnommen sind, zahlreiche Lücken in der unregelmässigen zackigen und schaaligen Callusmasse, aus denen zum Theil die Spitzen abgestorbener Splitter hervorragen. Alle diese Lücken führen in mehrere getrennte oder in eine gemeinsame Höhle, in der frei bewegliche Splitter und Sequester liegen.

Fig. 130.



Complicirle Splitterfractur des Femur. Splitter- und Bruchenden-Necrose. Tod nach 6 Wochen.

Fig. 131.



Consolidirte Splitterfractur des Femur mit angeheilten und mit nekrotischen Splittern im Inneren des Callus, welche theilweise aus den Lücken hervorragen.

Sehr häufig kommt es auch vor, dass die Wunde oder Fistel sich zeitweilig schliesst, und erst später, zuweilen noch nach Jahr und Tag, von Neuem Abscedirung mit Aufbruch und Bildung von Fisteln sich einstellt, welche in verschiedener Tiefe stets auf einen Splitter oder Sequester führen. Zuweilen wiederholt sich dieses mehrere Male in derselben Weise, bis schliesslich alle Splitter und Sequester entfernt sind.

Endlich kann durch ausgedehnte Necrose an der Bruchstelle die Consolidation derselben beeinträchtigt oder ganz verhindert werden.

Fig. 132.



Consolidirte Splitterfractur mit angeheilten und nekrotischen Splittern, die in dem Callus stecken.

Fig. 133.



Geheilte complicirte Splitterfractur des Humerus mit spärlichem brückenförmigem Callus in Folge Ausstossung zahlreicher Splitter und Sequester.

Diese Gefahr liegt nahe, wenn ein bedeutender Knochendefekt durch Necrose der Bruchenden oder Splitter entstanden ist. Die Continuität des Knochens wird dann entweder nur durch einzelne schwache Knochensäulen und Knochenbrücken wieder hergestellt (Fig. 133), oder es kommt gar keine knöcherne Verbindung, sondern Pseudarthrosenbildung zu Stande.

Cap. VII.

Der klinische Verlauf der Knochenbrüche.

Die während des Heilungsverlaufes äusserlich wahrnehmbaren Erscheinungen sind theils örtliche, theils allgemeine. Beide gestalten sich natürlich im Einzelfalle sehr verschieden je nach der Art und dem Sitze der Fractur, der Beschaffenheit der gleichzeitigen Weichtheilverletzung und der etwaigen Gegenwart von Complikationen; auch die mancherlei inneren und äusseren Verhältnisse, welche überhaupt auf den Verlauf von Verletzungen von Einfluss sind, machen sich geltend. Wir haben hier nur eine kurze Skizze der Erscheinungen bei dem gewöhnlichen Verlaufe, der nicht durch besondere Complikationen gestört ist, zu geben.

§. 164. Was zuerst die örtlichen Erscheinungen betrifft, so gestaltet sich der Verlauf bei den subkutanen Fracturen oft sehr einfach und bietet keine besonders auffälligen äusserlichen Veränderungen dar.

An der Bruchstelle ist gleich anfangs eine geringe umschriebene Anschwellung vorhanden, welche durch ein mässiges Blutextravasat bedingt ist. Hiezu gesellt sich bald eine leichte Schwellung durch entzündliches Oedem, welche sich von der Bruchstelle in mehr diffuser Weise ausbreitet. Die Schmerzhaftigkeit ist bei ruhiger Lage des Gliedes gering, andere subjektive Beschwerden, abgesehen von der Gebrauchsunfähigkeit des Gliedes, fehlen. Nach etwa 8—10 Tagen nimmt die diffuse entzündlich-ödematöse Schwellung ab, etwa vorhandene Sugillationen der Haut machen mit der fortschreitenden Resorption des Blutextravasates das gewöhnliche Farbenspiel durch, bis die Verfärbung der Haut vollkommen verschwunden ist. Nur an der Bruchstelle selbst bleibt nun eine knorpelharte, die Bruchenden unmittelbar umschliessende Geschwulst zurück, welche im Niveau der Bruchspalte am voluminösesten ist und von da nach beiden Seiten allmälig abfällt. Dieselbe ist bei Druck etwas empfindlich. Während dieser Zeit ist die abnorme Beweglichkeit an der Bruchstelle immer geringer geworden, und nachdem endlich die Callusgeschwulst knochenhart geworden ist, lassen sich die Bruchenden gar nicht mehr gegen einander bewegen: die Fractur ist consolidirt.

Im Verlauf der folgenden Monate macht sich die fortschreitende Rückbildung des Callus dadurch bemerklich, dass der von aussen durchzufühlende Callusring ganz allmälig an Volum abnimmt, so dass schliesslich, falls die Heilung ohne Dislokation zu Stande kam, an der Bruchstelle nichts Abnormes mehr zu finden ist.

In anderen Fällen treten die örtlichen Erscheinungen viel intensiver hervor, wenn nämlich der Knochen in mehrere Fragmente zerbrochen, die Bruchstücke stärker dislocirt, die Weichtheile bedeutender verletzt sind. Schon die primäre Anschwellung um die Bruchstelle ist stärker in Folge des reichlicheren Blutextravasates, das zuweilen schon innerhalb der ersten Stunde eine voluminöse, stellenweise tiefdunkel

durchscheinende Geschwulst hervorbringt. Manchmal tritt auch erst im späteren Verlaufe, wenn sich das Extravasat allmälig von der Bruchstelle bis in das subkutane Zellgewebe verbreitet, eine Verfärbung der Haut ein, welche das gewöhnliche Farbenspiel durchmacht und erst spät, hie und da erst nach der Consolidation des Bruches verschwindet. Auch die bald hinzutretende Entzündungsgeschwulst ist dann eine bedeutendere, die bedeckende Haut etwas geröthet, gespannt, ihre Temperatur erhöht, das Glied in weiter Ausdehnung ödematös geschwollen. Dabei besteht Empfindlichkeit und Schmerzhaftigkeit, welche durch jede Berührung und Bewegung, die sich der Bruchstelle mittheilt, empfindlich gesteigert wird.

Im günstigen Falle nehmen dann die Entzündungserscheinungen langsam ab, und die Heilung schreitet weiterhin ungestört fort, so dass schliesslich nur als Folge des stärkeren Reizzustandes eine voluminösere Callusgeschwulst und, falls die Dislokation der Fragmente nicht beseitigt wurde, eine mehr oder weniger sichtbare Difformität des Gliedes zurückbleibt.

Nur bei der Einwirkung besonderer Schädlichkeiten und Complikationen nimmt der örtliche Verlauf zuweilen eine ungünstige und gefährliche Wendung. Es sei an dieser Stelle nur daran erinnert, dass die subkutane Fractur sich unter jenen Umständen jederzeit in eine offene verwandeln kann. Bald liegt die Ursache hievon in einer Gangrän der bedeckenden Weichtheile, welche durch die frakturirende Gewalt stark gequetscht wurden, bald wird die Haut von innen her durch ein spitzes Fragment gedrückt und perforirt. wenn es gegen die Haut dislocirt bleibt oder durch heftige und anhaltende Muskelkrämpfe beständig in die bedeckenden Weichtheile hineingetrieben wird, bald kommt es zur Eiterung unter der Haut mit Abscedirung und Aufbruch nach aussen. Der weitere Verlauf gestaltet sich dann ebenso wie bei einer von Anfang an offenen Fractur.

§. 165. Neben den lokalen Veränderungen sind auch die allgemeinen Reaktionserscheinungen bei einfachen Fracturen zu berücksichtigen.

Die nächste und wichtigste Frage, welche erst neuerdings Beachtung gefunden hat, ist die: tritt bei subkutanen Fracturen Fieber auf?

Man begnügte sich früher mit der Annahme, dass dieselben gerade im Gegensatze zu den offenen Brüchen ohne Fieber verlaufen, und beispielsweise bezeichnet Billroth es als „eine Seltenheit, wenn einer von diesen Kranken überhaupt Fieber bekommt“. Allein diese Annahme trifft nur für die Brüche der kleinen Röhrenknochen und etwa für diejenigen der grösseren zu, welche mit geringer Verletzung der Weichtheile und geringem Blutextravasate verbunden sind. Dagegen unterliegt es keinem Zweifel, dass in der Mehrzahl der Fälle bei subkutanen Brüchen grösserer Knochen während der akuten Entwicklung der Bruchgeschwulst Temperatursteigerung eintritt. Die Intensität der letzteren steht offenbar im Verhältniss zu der Ausdehnung der Weichtheilverletzung und des Blutextravasates.

Volkmann[1]) hat zuerst durch eine grössere Anzahl thermometrischer Messungen Aufschluss über die Häufigkeit, Intensität und Dauer des Fiebers gegeben. Von 14 subkutanen Oberschenkelbrüchen fieberten nämlich 11; bei 6 von ihnen überstieg die Temperatur nicht 38,9, bei den übrigen erreichte sie eine Höhe von 39—40°. Die Dauer der Temperatursteigerung betrug je 1 mal 1, 2, 3, 4, 6 Tage, 2 mal 9, 2 mal 10 Tage und wiederum je 1 mal 11 und 16 Tage. Bei den subkutanen Unterschenkelfracturen trat dagegen nur etwa in der Hälfte der Fälle Temperatursteigerung ein.

Ausserdem liegen noch von Riedel[2]) einige Temperaturbestimmungen vor: unter 3 subkutanen Oberschenkelbrüchen (bei übrigens gesunden Individuen) fieberten 2, und zwar bis zum 5. und 7. Tage mit einer Abendtemperatur bis zu 38,2 und 38,6. Von 6 Unterschenkelbrüchen war nur ein Fall mit Fieber verbunden, indem die Abendtemperatur auf 38,6—39,0 stieg. Desgleichen stellte sich bei einer Fractur der Fibula mit starkem Blutergusse 4 Tage lang eine Abendtemperatur von 38,0 ein.

Hiezu füge ich noch einige Beobachtungen aus der Tübinger Klinik: unter 11 Fällen fieberten 9, und zwar meist während der ganzen Dauer der ersten Woche, indem am Abende des 2. und 3. Tages die höchste Temperatur erreicht wurde. 7 Fälle betrafen Oberschenkelbrüche, von denen 6 Temperatursteigerung aufwiesen, welche je einmal bis zum 4., 6., 9., 11., 14. und 16. Tage anhielt; die höchste Temperatur betrug 2 mal 38,0 und 38,8, 3 mal 39,0—39,2, 1 mal 39,7 (im Rectum gemessen). Ferner bestand bei einer Fractur der Tibia vom 2.—8. Tage Fieber bis zu 38,4, desgleichen bei einer Fractur beider Malleolen bis zum 9. Tage. Von 2 Fällen von Radiusfractur blieb der eine ganz fieberfrei, der andere fieberte vom 2.—5. Tage mit einer höchsten Abendtemperatur von 38,2.

Das Fieber trägt meist den Charakter des aseptischen (Volkmann): die Höhe der Temperatur steht in auffallendem Widerspruche mit dem subjektiven Wohlbefinden. Es fehlen die subjektiven und objektiven Erscheinungen der Störung des Allgemeinbefindens, das Gefühl des Krankseins, die Benommenheit des Sensoriums, die Prostration der Kräfte, das Darniederliegen der Verdauungsthätigkeit. Die Zunge ist feucht, ebenso die Haut, die Urinmenge vermehrt, die Ausscheidung der Chloride bedeutend gesteigert. Freilich kommen andererseits auch wieder Fälle vor, in denen das Fieber ohne örtliche und anderweitige Complikationen mehr den Charakter des septischen Fiebers trägt.

Die Entstehungsweise des Fiebers in unseren Fällen ist zur Zeit noch Gegenstand der Hypothesen. Nach der Volkmann'schen Anschauung handelt es sich um ein Resorptionsfieber, bedingt durch die Aufnahme pyrogon wirkender Stoffe, welche aus dem Zerfalle der durch die Verletzung mortificirten Gewebselemente hervorgehen. Denn auch bei den subkutanen Fracturen werden Gewebselemente verschiedener Art und selbst ganze Gewebsstrecken zuweilen in grosser Ausdehnung ertödtet, mag es sich um zertrümmertes Knochenmark oder zerrissenes Muskelfleisch oder zerquetschtes Zellgewebe handeln. Und alle diese Elemente verschwinden auf dem Wege der Resorption, ebenso wie das Blutextravasat und die bei der nachfolgenden Entzündung gelieferten Exsudate. Nach dieser Erklärung ist somit die Ursache des Fiebers in der reichlichen Resorption der Produkte eines akuten Gewebszerfalles zu suchen.

Nach einer anderen Ansicht (v. Wahl[3]), Edelberg[4]), Angerer[5])

---

[1]) Genzmer und Volkmann, Ueber septisches und aseptisches Wundfieber. Sammlung klinischer Vorträge Nr. 121.
[2]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 16, 1878, S. 539.
[3]) St. Petersburger med. Wochenschrift. 1878, Nr. 51.
[4]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 13, S. 63.
[5]) Angerer, Ueber die Resorption von Blutextravasaten. Würzburg 1879.

entsteht das Fieber durch die Resorption des Blutextravasates und die Fermentwirkung des letzteren. Diese Ansicht schliesst sich an die von A. Schmidt und Köhler aufgestellte Lehre von dem Fibrinferment und der „Fermentintoxikation" an, nach welcher die Blutgerinnung, also das Zusammentreten der fibrinogenen und fibrinoplastischen Substanz, an die Entwicklung eines specifischen Fermentes gebunden ist, das in die Blutbahn des lebenden Körpers gebracht, Intoxikationserscheinungen durch kapilläre Thrombosen und Embolieen, namentlich in den Lungen und im Darme, mit Temperatursteigerung bewirkt. Angerer wies durch zahlreiche Versuche nach, dass ebenso wie nach der Injektion von Fermentblut direkt in die Gefässe und in die Peritonealhöhle dieselben typischen Erscheinungen auch dann eintreten, wenn durch subkutane Durchschneidung von Gefässen ein massenhaftes subkutanes Blutextravasat gesetzt wird. Es kommt also auch bei Blutergüssen im lebenden Körper die Fermentwirkung zur Geltung, die in ihrer In- und Extensität direkt abhängig von der Grösse des Blutergusses und der Schnelligkeit der Resorption desselben ist. Die Erscheinungen bestehen in Fieber, Oppression auf der Brust, gastrischen Störungen, und fast constant tritt Urobilin, ein Derivat des Blutfarbstoffes, im Harne auf, das sich durch die Fluorescenz in Gelbgrün beim Schütteln des Harnes mit Chlorzinklösung und Ammoniak nachweisen lässt.

§. 166. Eine besondere Beachtung verdient noch das Verhalten des Urins bei Fracturkranken. Abgesehen von dem erwähnten Gehalte an umgewandeltem Blutfarbstoff enthält der Harn fast constant eine Beimischung von Fett, zuweilen von Eiweiss und Cylindern.

Das Auftreten von Fett im Harne ist eine Folge der mit jedem Knochenbruche verbundenen Fettembolie, welche in dem letzten Abschnitte dieses Werkes eingehend besprochen werden soll. Das flüssige Fett des zertrümmerten Knochenmarkes wird in den Kreislauf aufgenommen und grösstentheils durch die Nieren wieder ausgeschieden. Die Menge desselben steht in direktem Verhältnisse zu der Intensität der Markverletzung, und daher finden sich auch im Urine bald nur Spuren von Fett, bald grössere Mengen. In den letzteren schwereren Fällen, welche bis vor Kurzem allein beachtet wurden, enthält der Harn flüssiges Fett in Form kleinerer und grösserer Tropfen, welche auf der Oberfläche schwimmen und abgeschöpft werden können. In den übrigen Fällen ist, wie Scriba [1]) neuestens nachgewiesen hat, constant Fett in Emulsionsform vorhanden: beim Stehen des Urins setzt sich stets an der Oberfläche eine weissliche, wolkige Schichte ab, welche makroskopisch selten als Fett zu erkennen ist. Unter dem Mikroskop besteht die Schichte aus kleinen kugelrunden, stark lichtbrechenden Tröpfchen, welche höchstens die halbe Grösse von Blutkörperchen erreichen und sich auch durch die chemische Reaktion als Fetttröpfchen nachweisen lassen. (Nach dem Abdampfen oder Verdunsten der Flüssigkeit löst sich der Rückstand mit Aether: lässt man einen Tropfen der Lösung auf einem Objektträger verdunsten, so krystallisiren Nadeln aus, zwischen denen ganz kleine Fetttröpfchen liegen.)

Der Fettgehalt des Urines zeigt ferner, wie die Beobachtungen

---

[1]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 12, S. 118.

von Scriba lehren, ein periodisches Auftreten. Bei den meisten Fracturkranken war das Fett in Zwischenräumen von 6—10 Tagen für einige Tage im Urin vorhanden, um dann wieder zu verschwinden und wiederholt aufzutreten. Die erste Ausscheidung beginnt am 2.—4. Tage nach der Verletzung, die letzte endigt meist am 20. bis 24. Tage.

Die Erklärung dieser Periodicität der Fettausscheidung hat Scriba folgendermassen gegeben. Das in den venösen Kreislauf eingedrungene flüssige Fett bleibt zum grössten Theile in den Lungenkapillaren und bildet hier Embolieen. Ein kleinerer Theil geht hindurch, gelangt durch das linke Herz in den arteriellen Kreislauf, in welchem es zum Theil auch Embolieen bildet, zum Theil aber durch die Nierenglomeruli ausgeschieden wird und im Urin auftritt. Nach einiger Zeit, etwa 8—12 Tage nach dem Eintritt des Fettes in das Blut, lösen sich die Emboli, besonders in der Lunge, gelangen von Neuem in den grossen Kreislauf und machen hier den gleichen Umlauf wie das erste Mal, während die Embolieen im Körper nach ihrer Lösung wieder durch die Venen und das rechte Herz in die Lungen kommen. Dieser Turnus wiederholt sich noch mehrere Male.

Auch über die Häufigkeit des Vorkommens und die Menge des Fettgehaltes bei den verschiedenen Arten von Fracturen geben die Untersuchungen von Scriba Aufschluss. Unter 24 Fällen von Fracturen fehlte derselbe nur zweimal bei Radiusbrüchen. In den übrigen 22 Fällen enthielt der Urin stets Fett, und zwar bei den Brüchen kleinerer Knochen und Knochentheile nur geringe Mengen oder Spuren in Emulsionsform, dagegen bei den Brüchen des Ober- und Unterschenkels (15 Fälle) meist in reichlicher Menge und etwa in der Hälfte der Fälle auch mit Beimischung von flüssigem Fette in Tropfenform.

Ausser dem Fette enthält der Urin bei Fracturkranken nach den Untersuchungen von Riedel zuweilen Eiweiss und Cylinder. Unter 19 Fällen von Fracturen enthielten 8 Eiweiss und zwar meist in reichlicher Menge. Die Ausscheidung dauerte vom 1. Tage der Verletzung an im Mittel 4—6 Tage und war in den ersten 24 bis 48 Stunden am reichlichsten. Ausserdem fanden sich in 13 Fällen cylindrische Gebilde im Urin, und zwar in vier verschiedenen Formen als Epithelcylinder, als runde hyaline Cylinder, als braune runde Cylinder und als hyaline platte Cylindroide. Vielleicht steht die Bildung dieser Hyalincylinder mit der Fettembolie und den durch dieselbe bedingten Cirkulationsstörungen der Nieren im Zusammenhang, da nach den Experimenten von Perls bei Cirkulationsstörungen sehr oft hyaline Cylinder in den Harnkanälchen gebildet werden, ohne dass Entzündung der Nieren besteht. Als pathognostisch betrachtet Riedel die braunen Cylinder, deren Färbung durch Einlagerung zahlreicher brauner Körnchen bedingt ist. Bei seinen Versuchen, diese Gebilde experimentell zu erzeugen, fand Riedel dieselben in den Nieren eines Kaninchens, dem beide Ober- und Unterschenkel zermalmt waren, ebenso aber auch nach Injektion des Köhler'schen Fibrinfermentes. Aus letzterem Versuche schliesst Riedel, dass jene Harncylinder dadurch entstehen, dass sich an der Bruchstelle Fibrinferment bilde, welches irgendwie zerstörend auf die cirkulirenden Blutkörperchen einwirkt.

Es versteht sich, dass erst eine weit grössere Anzahl von Beob-

achtungen beigebracht werden muss, ehe ein Urtheil über die Bedeutung des Fiebers sowohl, als des Verhaltens des Urines bei Fracturkranken abgegeben werden kann, und es wäre sicherlich eine lohnende Aufgabe, in einem Hospitale mit reichlichem Zugange frischer Fracturen den Gang der Temperatur und das Verhalten des Urines in grösserem Maassstabe festzustellen.

§ 167. Der klinische Verlauf der complicirten Fracturen ist in den einzelnen Fällen derart mannigfaltig, dass er sich nicht wohl in eine allgemeine Schilderung zusammenfassen lässt. Ueberdiess ergeben sich die Haupttypen des Verlaufes von selbst aus unserer früheren Schilderung der verschiedenen Arten des Heilungsvorganges (s. Cap. VI), so dass wir nur an einige Punkte des klinischen Bildes zu erinnern brauchen. Wie der Verlauf durch die Einwirkung einer bestimmten Behandlungsmethode, speciell der antiseptischen, beeinflusst wird, kann erst im Abschnitte über die Therapie der complicirten Fracturen berücksichtigt werden.

Im Allgemeinen gilt der Satz, dass der Verlauf der complicirten Fracturen mehr von der Verletzung der Weichtheile als von der des Knochens abhängig ist. Daher sind die schwersten Fälle, in denen von vorn herein die Erhaltung des Gliedes sich als unmöglich erweist, nicht die mit ausgedehnter Zersplitterung des Knochens, sondern die mit ausgedehnter Zerreissung, Zerquetschung und Zermalmung der Weichtheile, mag der Knochen hiebei auch nur eine einfache Trennung aufweisen. Andererseits sind die günstigsten Fälle diejenigen Durchstechungsfracturen, in denen die Wunde klein und wenig gequetscht, einer scharfen Schnitt- oder Stichwunde ähnlich ist, mag die Fractur selbst eine einfache oder comminutive sein: hier kommt es nicht selten zu primärer Verklebung der Hautwunde oder Heilung unter dem Schorfe, und dann sind auch die an der Bruchstelle äusserlich wahrnehmbaren Erscheinungen genau dieselben, wie bei einer von Anfang an subkutanen Fractur. Auch in der grossen Mehrzahl aller Fälle, welche zwischen jenen beiden Extremen in der Mitte liegen und auf dem Wege der Eiterung zur Heilung gelangen, richten sich die Erscheinungen wenigstens in der ersten Zeit vorzugsweise nach dem Gange der Reaktion und des Wundheilungsprocesses der Weichtheile.

Die örtlichen Reaktionserscheinungen beginnen mit einer mehr oder weniger starken entzündlichen Anschwellung, welche von der Umgebung der Wunde aus sich über grössere Strecken des gebrochenen Gliedes ausbreiten kann. Aus der Wunde entleert sich reichliches dünnflüssiges Sekret, das durch beigemischtes Blut dunkel gefärbt ist. Sehr bald macht sich eine Zersetzung dieser ersten Wundsekrete und des Blutextravasates bemerkbar, die in eine mehr oder minder starke Jauchung übergeht. Sie wird am meisten begünstigt durch grosse, hämatomartige Extravasate, welche sich im subkutanen, subaponeurotischen und intermuskulären Zellgewebe ausgebreitet haben, sowie durch ausgedehnte Gewebsnecrose in Folge heftiger Contusion. In einzelnen Ausnahmefällen führen schon diese ersten septischen Processe in der Wunde zu einer progredienten jauchigen Phlegmone, dem akut-purulenten Oedeme Pirogoff's, welches Glied und Leben auf's Aeusserste bedroht: schon am zweiten oder dritten Tage wird die Haut in der Umgebung der Wunde braunroth

und ödematös und von einem Netze missfarbiger Venen durchzogen, und alsbald breitet sich eine jauchige Infiltration mit rapider Geschwindigkeit über das ganze Glied aus. In der Regel dagegen folgt in gewöhnlicher Weise das Stadium der Wundreinigung, wobei sich hie und da nicht blos die oberflächliche Schichte der Wundränder, sondern mehr oder weniger ausgedehnte Strecken der Haut und der übrigen Weichtheile in der Umgebung der Wunde, welche durch starke Quetschung mortificirt sind, gangränös abstossen. Das Wundsekret wandelt sich nun allmälig in guten Eiter um, und die Wunde bedeckt sich mit Granulationen, während im Grunde derselben noch eine Zeit lang die Bruchenden entblösst zu fühlen sind. Bleiben letztere lebensfähig, so überziehen sie sich gleichfalls allmälig mit Granulationen, und dann kann sich die Heilung ohne weitere Störung vollziehen. Werden dagegen die Bruchenden sowie die etwa in der Wunde zurückgebliebenen Splitter nekrotisch, so etablirt sich eine langwierige Eiterung in der Bruchspalte, und hieran kann sich die ganze Reihe von Wundstörungen gesellen, welche überhaupt durch tiefgelegene, vom Knochen ausgehende Eiterungen nicht selten veranlasst werden. Es droht jauchige Periostitis und Osteomyelitis, es stellen sich wiederholte Abscedirungen und Eitersenkungen bald um den Knochen herum, bald zwischen den Muskeln, bald unter der Haut ein und geben zu Lymphangitis und Phlebitis Veranlassung. Und während dieser ganzen Zeit kann nicht nur durch die profuse Eiterung und die consekutive Degeneration der inneren Organe der Kräftezustand erschöpft werden, sondern es droht auch die Gefahr der schwersten Allgemeinerkrankungen, der Pyämie und Septicämie, des Tetanus, des Delirium potatorum und nervosum, welche einen grossen Theil der complicirten Fracturen hinwegraffen.

Auch in den günstig verlaufenden Fällen mit Knochennecrose, in denen es zu keiner jener Complikationen, vielleicht nicht einmal zu einer Phlegmone und Eitersenkung gekommen ist, dauert die bis zur definitiven Heilung erforderliche Zeit mindestens einige Monate, in anderen Fällen sogar ein halbes bis ganzes Jahr. Am längsten dauert dieselbe bei den complicirten Splitterbrüchen der langen Röhrenknochen, bei denen die Bruchenden und zahlreiche Splitter nekrotisch werden. Bleiben daher selbst nach der Consolidation der Bruchstelle noch längere Zeit Fisteln zurück, so weisen diese mit grösster Wahrscheinlichkeit auf einen Sequester hin, der bis zu seiner Elimination jeder Zeit wieder von Neuem Entzündung und Abscessbildung herbeiführen kann. Solche Fisteln bestehen zuweilen eine lange Reihe von Jahren, wenn der Sequester eingekapselt ist und sich nicht spontan ausstossen kann, oder wenn sich einmal die Exfoliation des nekrotischen Knochenstückes aussergewöhnlich lange Zeit verzögert. Ein merkwürdiges Präparat dieser Art ist in dem Museum des St. Bartholemew's Hospital zu London aufbewahrt [1]): es ist der amputirte Oberschenkel eines Kranken, der 35 Jahre vor der Amputation einen Bruch desselben erlitten hatte, welcher mit einer zurückbleibenden Fistel geheilt war. Diese Fistel hatte 35 Jahre lang ununterbrochen bestanden und führte in eine kleine

---

[1]) Holmes, A system of surgery. III. Vol. London. 1862, p. 644.

Höhle im Inneren der Femurdiaphyse, deren Wand einen kleinen noch nicht völlig gelösten Sequester trug. In anderen Fällen ereignet es sich, dass sich die Fisteln zeitweise schliessen und wiederholt aufbrechen, bis sämmtliche Sequester entfernt sind.

Was die allgemeine Reaktion, das Fieber bei complicirten Fracturen betrifft, so lässt sich im Allgemeinen nur so viel sagen, dass mit seltenen Ausnahmen während des ersten Verlaufes Fieber auftritt, dessen Charakter und Intensität direkt von dem Gange des örtlichen Processes abhängig ist. Während bei der Heilung der Wunde per primam die febrile Reaktion ganz fehlen kann, tritt bei der Heilung durch Eiterung gleich in den ersten Tagen ein mehr oder minder hohes Fieber auf, welches von der Entzündung und Reinigung der Wunde abhängt. Dieses „Wundreinigungsfieber" trägt im Gegensatze zu dem Fieber bei subkutanen Fracturen den Charakter des „septischen" Fiebers, da es durch Resorption von Zersetzungsprodukten in der Wunde entsteht, die unter dem Zutritte der atmosphärischen Luft und ihrer Fäulnisskeime zu Stande kommen. Hier treten neben der Temperatursteigerung auch alle die subjektiven und objektiven Erscheinungen der fieberhaften Störung des Allgemeinbefindens hervor und können sogar bei schwerem Wundfieber die allerhöchsten Grade erreichen.

Bei günstigem Verlaufe pflegt dann, wenn die Wundreinigung beendigt und die Wunde in den Zustand der Granulation und guten Eiterung übergegangen ist, das Fieber allmälig abzunehmen und bei ganz ungestörtem Verlaufe dauernd zu verschwinden. Jede Störung der Wundheilung dagegen macht sich durch einen neuen Nachschub oder eine Steigerung des Fiebers geltend, dessen Charakter natürlich wieder von der Art der Complikation abhängt, je nachdem es sich nur um eine Eiterretention oder Eitersenkung oder um eine Phlegmone, Periostitis oder Osteomyelitis handelt.

Cap. VIII.

Der Zustand des gebrochenen Gliedes nach der Consolidation des Bruches.

Ist die Fractur consolidirt und hat damit das Skelett seine normale Festigkeit wieder erlangt, so ist doch mit diesem Zeitpunkte die Gebrauchsfähigkeit des Gliedes noch keineswegs wiederhergestellt. Vielmehr hat sowohl der Heilungsprocess des gebrochenen Knochens und der mitverletzten Weichtheile als auch die lang dauernde Immobilisirung des Gliedes eine Reihe von Störungen im Gefolge, welche kürzere oder längere Zeit hindurch den freien Gebrauch des Gliedes behindern. Es ist das die Periode der Reconvalescenz, welche zuweilen sogar viel längere Zeit dauert, als zur Consolidirung des Bruches erforderlich ist.

Wir sehen hier ganz ab von den durch Complikationen oder fehlerhafte Heilung bedingten Folgezuständen der Fractur und fassen nur die gewöhnlichen Erscheinungen in's Auge, welche in der ersten Zeit selbst nach völlig correkter Heilung zu beobachten sind.

§. 168. Hat man nach beendigter Heilung das Glied aus dem Verbande oder Apparate, in dem es gelegen, herausgenommen, so fällt bei der Besichtigung zunächst eine eigenthümliche Veränderung der Haut auf. Dieselbe ist ungewöhnlich trocken und rauh, mit zahlreichen sich abschilfernden Epidermisschuppen und hie und da auch mit einigen Blasen bedeckt — Erscheinungen, welche bald wieder verschwinden, nachdem das Glied einige Zeit frei der Luft ausgesetzt war. Nur in Ausnahmefällen, bei ungewöhnlich protrahirter Heilung und geschwächter Constitution, kommen auch schwerere Veränderungen der Haut zur Beobachtung: die Epidermis löst sich los, die Haare fallen aus, es bilden sich Blasen und namentlich zahlreiche Ekchymosen. Die höchsten Grade dieser Veränderungen, welche meist mit einer Verzögerung der Consolidation einhergehen, sind von J. Cloquet als „lokaler Skorbut“ beschrieben worden.

§. 169. Man bemerkt ferner constant eine mehr oder minder auffallende Atrophie des Gliedes, bedingt durch Schwund des subkutanen Fettgewebes und namentlich der Muskeln. Die Volumabnahme betrifft hauptsächlich den Extremitätenabschnitt, welcher Sitz der Fractur war, kann sich jedoch auch auf die ganze Extremität ausdehnen. Sie ist bei einer Vergleichung mit der gesunden Seite leicht zu constatiren, sobald kein Oedem vorhanden ist, und um so deutlicher ausgesprochen, je längere Zeit die Heilung in Anspruch genommen hat; in einzelnen Fällen, namentlich nach der Heilung von complicirten Fracturen, kann die Abnahme der Cirkumferenz des Gliedes 5—6 cm und darüber betragen.

Dass die Atrophie vorzugsweise die Muskeln betrifft, ist auch experimentell festgestellt worden. Gosselin fand die Muskeln der frakturirten Seite blasser, dünner und von erheblich geringerem Gewichte, und Reyher constatirte schon nach 23tägiger Immobilisirung einer Extremität eine deutliche Abmagerung der Muskeln. Hieraus erklärt sich auch die abnorme Schwäche des Gliedes, welche sich namentlich unmittelbar nach der Abnahme des Verbandes geltend macht, wenn der Kranke zuerst versucht, das Glied zu gebrauchen: die Bewegungen sind beschränkt und unsicher, die Muskelkraft bedeutend herabgesetzt im Vergleiche zu der gesunden Seite, wie man an der obern Extremität mittelst des Dynamometers genau controliren kann. Ganz allmälig kehrt die Muskelkraft und das frühere Volum des Gliedes durch den Gebrauch desselben oder durch zweckmässige Uebung und andere Mittel wieder zurück, und zwar am schnellsten und vollständigsten im jugendlichen Alter. Jedoch kommt es auch hie und da vor — Gosselin beschreibt eine Reihe solcher Fälle —, dass die Muskelatrophie Jahre lang, sogar zeitlebens nicht vollkommen verschwindet, vielmehr eine leichte Schwäche zurückbleibt.

Als Ursachen der Muskelatrophie sind offenbar verschiedene Momente anzuschuldigen. Am meisten Schuld trägt wohl, wie auch das Reyher'sche Experiment beweist, die lange dauernde Immobilisirung des Gliedes und damit die absolute Inaktivität der Muskeln, deren Stoffwechsel hiedurch bedeutend herabgesetzt wird. Daneben kommt noch die comprimirende Wirkung des Verbandes in Betracht, die jedoch sicherlich nicht hoch anzuschlagen ist; denn abgesehen davon, dass auch

ohne jeden cirkulären Verband Atrophie beobachtet wird, büsst der cirkuläre Verband gerade wegen der fortschreitenden Volumabnahme des Gliedes alsbald seine comprimirende Wirkung ein. Ferner nehmen die Muskeln in der Umgebung der Bruchstelle an den entzündlichen Vorgängen während des ersten Stadiums der Fracturheilung Theil und erleiden nachträglich eine narbige Schrumpfung, die natürlich an denjenigen Muskeln die höchsten Grade erreichen kann, die ausserdem durch die frakturirende Gewalt oder durch spitze Bruchenden und Splitter eine ausgedehnte Zerquetschung und Zerreissung erlitten haben. Hiezu kommt, dass auch eine Schrumpfung derjenigen Muskeln zu erwarten ist, deren Insertionspunkte bei der Heilung mit Dislokation der Fragmente einander genähert sind, mag es sich um eine Diaphysenfractur mit starker Verkürzung oder um eine Abreissung von Muskelinsertionspunkten handeln. Endlich sei noch die Erklärung von Gosselin angeführt, welcher die Atrophie der Muskeln von einem geringeren Zuflusse des Ernährungsmateriales ableitet, da dasselbe zur Heilung des Knochenbruches verwendet werde — eine Ansicht, welche unseren sonstigen Anschauungen über analoge Vorgänge geradezu widerspricht.

Die beschriebene gewöhnliche Form der Muskelatrophie darf übrigens nicht verwechselt werden mit derjenigen, welche von einer Innervationsstörung abhängt. Letztere wird, wie später erörtert werden soll, zuweilen im Gefolge von Fracturen beobachtet und ist bedingt entweder durch heftige Contusion, Einreissung oder Zerreissung eines Nervenstammes bei der Entstehung der Fractur oder durch nachträgliche Neuritis oder Compression durch den Callus. Die Muskelatrophie ist in diesen Fällen eine hochgradige und progressive, mit Motilitäts- und Sensibilitätsstörung verbunden und zuweilen genau auf einzelne Muskelgruppen beschränkt, die von der Bruchstelle auch weiter entfernt liegen können.

§ 170. Eine weitere sehr häufige Erscheinung bei frisch geheilten Knochenbrüchen ist das Auftreten von Oedem. Wir unterscheiden zweierlei Formen, welche verschiedene Ursachen und Bedeutung haben.

In den gewöhnlichen Fällen stellt sich das Oedem erst ein, sobald man beginnt, das Glied wieder zu gebrauchen, während letzteres unmittelbar nach der Abnahme des Verbandes die beschriebene Volumveränderung aufwies. Namentlich nach der Heilung von Brüchen der untern Extremität entsteht mit den ersten Gehversuchen zuweilen ein recht starkes Oedem des Unterschenkels und Fusses; denn im Vergleiche zu den Brüchen der obern Extremität sind bei jenen von vorn herein die Cirkulationsverhältnisse ungünstiger, die Heilung dauert meist länger und die Immobilisirung wird vollständiger durchgeführt. Gewöhnlich ist neben dem Oedem eine röthliche oder bläuliche Verfärbung der Haut vorhanden, welche beide dieselbe Ursache haben. Es sind nämlich in Folge der lange dauernden horizontalen Lage des Gliedes sowie der absoluten Inaktivität der Muskeln die Venen in einen Zustand der Erschlaffung und verminderten Contraktionsfähigkeit versetzt, welche bei aufrechter Haltung des Gliedes zu passiven Stauungen und Transsudationen in das umgebende Zellgewebe Veranlassung gibt. Ganz all-

mälig verschwindet mit der Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit des Gliedes auch das Oedem und die Hautröthung wieder.

In der andern viel selteneren Kategorie von Fällen findet sich die ödematöse Anschwellung bereits bei der Abnahme des Verbandes vor und nimmt mit den ersten Bewegungsversuchen noch zu. Zugleich ist das Oedem härter, weniger eindrückbar und zeichnet sich durch grosse Hartnäckigkeit aus. Wir begegnen dieser Form weit häufiger an der untern Extremität und bei Erwachsenen, als an den oberen Gliedmassen und bei jugendlichen Individuen. Als Ursache des Oedemes hat man die Compression tiefgelegener Venen durch wuchernden Callus bezeichnet — für die Mehrzahl der Fälle gewiss mit Unrecht, da das Oedem ober- und unterhalb der Bruchstelle seinen Sitz hat. Vielmehr handelt es sich um eine Thrombose namentlich der tiefen Venen, welche entweder auf traumatischem Wege — Verletzung der Venen durch die frakturirende Gewalt, durch dislocirte Bruchenden und Knochensplitter — oder durch Fortpflanzung der Entzündung von der Bruchstelle auf benachbarte Venen (Gosselin) entsteht, wie sie namentlich bei der Heilung complicirter Fractur durch Eiterung sich ereignen kann. Vielleicht wirkt auch bei der nicht entzündlichen Thrombose die Compression der tiefen Venen von Seiten des Blutextravasates und der Anschwellung der Weichtheile mit, und sicherlich wird dieselbe, wenn man das häufigere Vorkommen im vorgerückten Alter berücksichtigt, durch vorher bereits bestehende Cirkulationsstörungen wesentlich begünstigt, wie namentlich durch variköse Erweiterung der Venen, atheromatöse Degeneration der Arterien und Herzdegeneration.

Ist auch der Nachweis der Thrombose am Lebenden selten möglich, da eben die tiefen Venen, zumal in Folge des derben Oedemes, sich nicht von aussen als harte Stränge durchfühlen lassen, so ist er doch bei Obduktionen oft genug geliefert worden. Indem wegen des nähern Details auf die spätere Erörterung des Gegenstandes verwiesen werden muss, sei hier noch erwähnt, dass die Bedeutung dieser Thrombose nicht blos in der durch das hartnäckige Oedem bedingten Funktionsstörung zu suchen ist, sondern auch in der Gefahr plötzlich auftretender schwerer Zufälle oder selbst eines momentanen Todes durch Embolie. In der That sind bereits eine Anzahl von Fällen beobachtet worden, in denen während der Reconvalescenz namentlich nach Unterschenkelfracturen plötzlicher Tod durch Lungenembolie eingetreten ist, und zwar mehrmals unmittelbar nach Abnahme des Verbandes bei Gelegenheit der ersten Bewegungsversuche. Offenbar geben diese letzteren Veranlassung zur Losreissung eines Stückes des Thrombus, welcher in die Pulmonalarterie verschleppt wird. Wir werden hierauf in dem letzten Abschnitte dieses Werkes (üble Zufälle und Folgezustände der Fracturen) näher eingehen.

§. 171. Von grosser Wichtigkeit ist ferner das Verhalten der Gelenke nach vollendeter Fracturheilung.

Es ist ja bekannt, dass fast immer eine Gelenksteifigkeit zurückbleibt, welche die Wiederaufnahme des Gebrauches des Gliedes ausserordentlich erschwert. Sie betrifft nicht nur die der Bruchstelle nahe gelegenen Gelenke, sondern häufig auch die entfernteren, welche gar nicht dem gebrochenen Knochen angehören. In der That ist die zurückbleibende

Gelenksteifigkeit eine der häufigsten und hartnäckigsten Störungen der Reconvalescenz, welche den freien Gebrauch des Gliedes nicht selten längere Zeit behindert, als die Consolidation des Bruches in Anspruch genommen hatte. Denn erst mit der Beseitigung dieser Störung stellt sich die Funktion des Gliedes vollkommen wieder her, und erst dann ist die Heilung beendigt.

Es ist desshalb leicht begreiflich, dass die Entstehungsweise dieser Gelenkaffektion seit langer Zeit die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und zahlreiche Erklärungsversuche hervorgerufen hat. Die einander vielfach widersprechenden Ansichten der Autoren sind jedoch offenbar zum Theil dadurch entstanden, dass die verschiedenartigen Bedingungen für das Zustandekommen jener Affektion in den einzelnen Fällen nicht gehörig auseinander gehalten wurden.

Wir sehen hier ganz ab von allen denjenigen Fällen, in denen es sich um Gelenkfracturen, also sowohl um rein intraartikuläre, als in's Gelenk penetrirende Fracturen handelt. Die von denselben abhängigen Störungen des Gelenkmechanismus sind bereits früher (§. 152) ausführlich besprochen worden.

§. 172. Zunächst sind die Veränderungen ausserhalb und innerhalb der Gelenke, welche die Beweglichkeit stören, zu unterscheiden.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass in den meisten leichteren Fällen die Ursache der Gelenksteifigkeit ausserhalb der Gelenke liegt, zumal wenn letztere entfernt von der Bruchstelle gelegen sind. Dann ist diese Ursache vorzugsweise in einer Verkürzung der Muskeln zu suchen, welche zuweilen durch narbige Schrumpfung in Folge ausgedehnter Verletzung derselben, in der Regel jedoch durch die anhaltende Ruhe in einer und derselben Stellung bedingt ist. Menzel und Reyher haben direkt an Versuchsthieren den Nachweis geliefert, dass der durch einfache Immobilisirung erzeugten Gelenksteifigkeit, falls die Ruhestellung nicht länger als etwa 8 Wochen dauert, nur Muskelcontraktur zu Grunde liegt, und zwar derjenigen Muskeln, welche durch die betreffende Ruhestellung erschlafft waren, deren Insertionspunkte also einander dauernd genähert blieben. Die Folge ist natürlich die, dass diejenigen Bewegungen des Gelenkes, welche der während der Immobilisirung eingenommenen Stellung entgegengesetzt sind, durch die Muskelcontraktur gehemmt sind. Ebenso kann es auch zu einer Verkürzung der Aponeurosen, Fascien und Gelenkbänder kommen, welche durch die Ruhestellung erschlafft sind. Namentlich an den Fascien scheint nach einem Thierversuche von Menzel die Contraktur schon frühzeitig sich auszubilden; denn nach 11tägiger Eingypsung des Hinterbeines eines Kaninchens in gestreckter Stellung ergab sich eine bedeutende Steifigkeit des Kniegelenkes, welche nach der halbkreisförmigen Durchschneidung der Fascia lata sofort und vollständig gehoben war. Endlich ist noch daran zu erinnern, dass nach anhaltender Ruhestellung auch das Spiel der Sehnen in ihren Scheiden beeinträchtigt wird, und dass durch Uebergreifen der Entzündung auf die Sehnenscheiden sich Verwachsungen derselben ausbilden können. Namentlich bei den Brüchen in der Nähe des Hand- und Fussgelenkes können hiedurch langwierige Gebrauchsstörungen zurückbleiben.

§. 173. Weit complicirter sind die Veränderungen innerhalb der Gelenke. Die widersprechenden Angaben hierüber lassen sich nur dann aufklären, wenn wir eine scharfe Unterscheidung machen zwischen den Veränderungen in denjenigen Gelenken, welche den gebrochenen Knochen selbst angehören, und in denjenigen, welche weiter von der Bruchstelle entfernt sind. Mit anderen Worten, es müssen folgende zwei Fragen gesondert untersucht werden: 1) welche Veränderungen bewirkt die einfache Ruhigstellung eines ganz intakten Gelenkes und 2) welche weitere Veränderungen werden durch die Nähe der Bruchstelle bedingt?

Die Folgen der einfachen Ruhigstellung der Gelenke sind neuerdings von Menzel und Reyher experimentell untersucht worden.

Menzel fixirte (bei Kaninchen und Hunden) die Gelenke durch Eingypsen der Extremität während 5—68 Tagen. Auf Grund von 8 Versuchen kam er zu dem Schlusse, dass nach der angegebenen Zeit in keinem Falle ein Bewegungshinderniss durch die Synovialis und die Gelenkbänder verursacht wurde, sondern lediglich durch Muskel- und Fascienretraktion. Die Veränderungen innerhalb des Gelenkes bestanden in starker Schwellung und Röthung der Synovialis mit Desquamation ihres epithelioiden Ueberzuges, Vermehrung der Synovia und Verfärbung derselben durch Blutextravasat; ausserdem fand sich an den Contaktstellen der Knorpelflächen Umwandlung der oberflächlichen Knorpellagen in fasriges, zellenreiches und gefässhaltiges Gewebe. Menzel deutete diese Erscheinungen als entzündliche und nahm an, dass die dauernde Fixation der Gelenke einen ulcerösen Dekubitus des Knorpels im Bereiche der Contaktflächen bedinge.

Lässt sich jedoch gegen diese Schlüsse schon von vornherein einwenden, dass Bewegungslosigkeit der Gelenke wohl als Ursache passiver Processe, nicht aber entzündlicher Vorgänge gelten kann, so wurden sie durch sorgfältige experimentelle Untersuchungen von Reyher strikte widerlegt.

Reyher stellte 14 Versuche an Hunden an, gleichfalls mittelst Eingypsen einer Extremität in verschiedener Stellung; die Immobilisirung dauerte 10 bis 343 Tage.

Nach 10tägiger Dauer fanden sich keinerlei Veränderungen. Nach 23—57tägiger Immobilisirung war die Bewegungshemmung lediglich durch Muskelcontraktur bedingt. Erst nach 62 Tagen begannen sich Störungen des Gelenkapparates selbst einzustellen, welche mit der Dauer der Immobilisirung an Intensität zunahmen. Zunächst eine Verkürzung der Kapsel und Bänder in denjenigen Partieen, deren Insertionspunkte während der Ruhestellung einander genähert waren. Mit der Dauer der Immobilisirung nimmt diese Verkürzung und daher auch die Exkursionsweite des Gelenkes ab; beispielsweise wurde nach 127 Tagen die Exkursionsweite im Kniegelenke von 165° auf 50, im Sprunggelenke von 129° auf 15 reducirt, nach 343 Tagen im Kniegelenke auf 25, im Sprunggelenke auf 5°. Und zwar geben diese Zahlen die reine Kapsel- und Bänderhemmung an, da sie nach Entfernung der Haut und Muskeln gewonnen wurden.

Ferner fand sich die Kapsel in den höheren Graden ansehnlich verdickt, aber lediglich durch Schrumpfung und Verschmelzung mit dem umgebenden Zellgewebe zu einem festen, starren, fibrösen Gewebe, während sich die Intima der Synovialis mit dem epithelioiden Ueberzuge unverändert erwies. Hiebei fehlten alle entzündlichen Erscheinungen, es war in keinem Falle weder Injektion noch Desquamation der Synovialis, weder Vermehrung noch Verfärbung der Synovia, weder Hyperämie noch Schwellung der umgebenden Weichtheile vorhanden.

Endlich ergab die Untersuchung der Knorpelflächen, dass die correspondirenden Contaktstellen selbst nach fast einjähriger Immobilisirung durchaus unverändert blieben, während die ausser Contakt getretenen Abschnitte der Knorpelflächen bindegewebig degenerirt waren und Defekte aufwiesen. Indem diese entblössten Theile der Gelenkflächen sich mit gefässhaltigen Synovialfortsätzen überziehen und ver-

wachsen, kommt eine bindegewebige Verlöthung des ausser Funktion gesetzten Gelenkabschnittes zu Stande.

Es ist durch diese Versuche erwiesen, dass in gesunden Gelenken durch einfache Ruhestellung keine entzündlichen Vorgänge angeregt werden, sondern dass die Gelenkkapsel schrumpft, rigide wird, sich verdichtet und verkürzt. Die Gelenkräume verkleinern sich hiebei bis zu denjenigen Dimensionen, welche den im Gelenke noch geübten Bewegungen entsprechen.

Auf diese Weise erklärt sich die nach längerer Dauer der Fracturheilung zurückbleibende Steifigkeit derjenigen Gelenke, welche von der Bruchstelle entfernter liegen und nicht direkt von derselben beeinflusst werden; sie verschwindet erst dann wieder, wenn durch allmälige Dehnung die Kapsel ihre normale Weite wieder erhalten hat.

Mit denselben Veränderungen steht aber noch eine weitere Erscheinung von Seiten der immobilisirten Gelenke im engsten Zusammenhange, welche zuerst von Volkmann hervorgehoben und richtig gedeutet worden ist. Es sind das die nach Abnahme der immobilisirenden Verbände auftretenden Ergüsse in die Gelenkhöhlen. Nach den Beobachtungen Volkmann's, welche sich auf Immobilisirung des Kniegelenkes bei Fracturen des Ober- und Unterschenkels, sowie bei Entzündung des Hüftgelenkes beziehen, war die Art der angewandten Verbände nur insoferne von Einfluss, als die Störung im Gelenke sich nach der Entfernung derselben um so leichter einstellte, je vollständiger sie das Gelenk fixirt hatten. Die Störung trat fast ausnahmslos nach den ersten Geh- und Bewegungsversuchen auf und manifestirte sich als akuter Hydarthros, als seröse Synovitis mit grosser Neigung zum Uebergange in die chronische Form und in einzelnen Fällen mit sehr beträchtlicher Recidivfähigkeit. Das Gelenk schwillt plötzlich an und wird meist gleichzeitig schmerzhaft, während erhöhte Temperatur nur ausnahmsweise nachzuweisen ist. Die Menge des Ergusses ist bald eine sehr bedeutende, bald lässt sich die relativ leichte Affection nur durch genaue Untersuchung des Gelenkes erkennen. In der Regel verschwinden mit dem fortgesetzten Gebrauche des Gliedes Erguss und Entzündungssymptome von selbst, in anderen Fällen bleibt eine chronische Gelenkentzündung zurück, oder es folgt auf jede lebhaftere Bewegung stets ein Recidiv des Ergusses.

Die von Volkmann gegebene Erklärung dieses entzündlichen Ergusses stimmt mit unseren obigen Ausführungen ganz überein. Fassen wir nur die leichteren Fälle in's Auge, in denen die Kapsel nur einen Theil ihrer Dehnbarkeit und Verschiebbarkeit verloren hat, so bewirken doch die Bewegungsversuche mit Nothwendigkeit eine Zerrung der geschrumpften, unnachgiebigen, rigiden Kapsel und des periartikulären Gewebes, wobei es auch zu fascikulären Zerreissungen und Einreissungen kommt. Die Folge hievon ist eine der Distorsionssynovitis analoge Entzündung, welche sich durch den rasch auftretenden Erguss auszeichnet. Denn die Distorsion entsteht natürlich ebenso gut, wenn eine normale Gelenkkapsel über ihre physiologischen Grenzen, oder eine krankhaft veränderte und geschrumpfte Kapsel über ihre pathologischen Grenzen hinaus gewaltsam ausgedehnt wird.

Zum Beweise für diese mechanische Entstehungsweise des Hydarthros lassen sich einige Thierversuche von Reyher anführen. Es wurde an Hunden

eine Extremität verschieden lange Zeit eingegypst, jedoch der Verband nicht erst nach der Tödtung des Thieres, sondern schon 3 Tage vorher entfernt, das Glied frei gelassen und mehrmals täglich passiven Bewegungen innerhalb der Grenzen der normalen Exkursionen unterzogen. Bei den beiden ersten Versuchen von 17tägiger Dauer bestand blos Muskelcontraktur und keinerlei Veränderungen der Gelenke selbst. Bei dem dritten Versuche nach 30tägiger Immobilisirung fand sich blutige Verfärbung der Synovia und entzündliche Infiltration und Schwellung des periartikulären Gewebes. Bei dem vierten Versuche nach 50 Tagen seröse Infiltration des periartikulären Gewebes, serös-blutiger Erguss im Gelenke, Ekchymosen der Synovialis. Bei dem fünften Versuche nach 133 Tagen blutig gefärbter seröser Erguss mit kleinen Coagulis, Injektion, Ekchymosen- und Zottenbildung der Synovialis, Abreissungen der Anlöthungsstellen der Kapsel.

§. 174. Haben wir bisher nur die Störungen im Auge gehabt, welche lediglich durch die Immobilisirung veranlasst und also auch in den von der Bruchstelle entfernten Gelenken beobachtet werden, so gestalten sich dieselben in den der Bruchstelle nahe gelegenen Gelenken doch wesentlich anders. Der Unterschied besteht kurz gesagt darin, dass in letzteren durch die Fractur selbst sehr häufig entzündliche Processe hervorgerufen werden, so dass dann die Folgen der Gelenkentzündung mit denen der Immobilisirung sich combiniren.

Es ist eine wohlconstatirte Thatsache (Alison, Gosselin, Lannelongue, Lafargue, Berger), von der ich mich selbst oft genug überzeugt habe, dass bald nach dem Zustandekommen einer Fractur sehr häufig in dem benachbarten Gelenke ein entzündlicher Erguss nachzuweisen ist. Am häufigsten ist dieser Erguss im Kniegelenke bei Bruch des Oberschenkels beobachtet worden, und zwar nicht blos bei Brüchen des untern Endes, bei denen eine genaue Untersuchung denselben nie vermissen lässt, sondern auch bei solchen des Mittelstückes und selbst des obern Endes. Desgleichen habe ich den Erguss im Ellbogen-, Hand- und Fussgelenke beobachtet. Allerdings wird der Erguss während der Behandlung des Beinbruches auch recht oft übersehen, zumal wenn das Glied sofort in einen Contentivverband eingeschlossen wird; denn die Schmerzhaftigkeit ist schon wegen der Immobilisirung gering, und die Gelenkschwellung kann dadurch verdeckt werden, dass die Bruchgeschwulst bis auf die Gelenkgegend übergreift. Wird aber der Verband nach der Heilung der Fractur abgenommen, so ist auch gewöhnlich der Erguss bereits resorbirt und äusserlich nur eine mehr oder minder deutliche Volumzunahme der Gelenkgegend noch nachweisbar. In einzelnen Fällen persistirt auch zu dieser Zeit der Erguss noch.

Die Ursache dieser mit der Fractur in direktem Zusammenhange stehenden Gelenkentzündung kann in verschiedenen Momenten zu suchen sein. Ohne Zweifel ist sie in der Mehrzahl der Fälle als traumatische zu betrachten, indem die frakturirende Gewalt gleichzeitig eine Verletzung des Gelenkes (Contusion, Distorsion) bewirkt. Letzteres ist namentlich bei den indirekten Fracturen wohl ausnahmslos der Fall; wird der Erguss schon $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde nach der Verletzung beobachtet, so ist mit Sicherheit auf einen Hämarthros zu schliessen, an den sich dann das entzündliche Exsudat anschliesst. In anderen Fällen wird das Gelenk betheiligt durch Fortleitung des Entzündungsreizes, welcher von den reaktiven Vorgängen an der Bruchstelle aus-

geht und natürlich bei der Heilung complicirter Fracturen durch Eiterung die höchste Intensität erreichen kann.

Auch die Erklärung von Gosselin und Berger verdient Erwähnung, nach welcher der flüssige Antheil des Blutextravasates an der Bruchstelle durch den derselben zugekehrten Recessus der Gelenkkapsel transsudirt und sekundär eine Synovitis erzeugt. Dagegen lässt sich die Ansicht von Teissier und Bonnet, welche die entzündliche Betheiligung des Gelenkes lediglich auf die Immobilisirung zurückführen, auf Grund der angeführten Ergebnisse der Reyher'schen Versuche bestimmt zurückweisen.

Es leuchtet ein, dass diejenigen Gelenke, in denen sich entzündliche Vorgänge der angegebenen Art abgespielt haben, nach der Fracturheilung ungleich schwerere und mannigfaltigere Alterationen aufweisen, als die der einfachen Immobilisirung unterworfenen Gelenke. In diesen Fällen hängt es nicht blos von der Dauer der Immobilisirung, sondern vorzugsweise von dem Charakter und der Intensität der vorausgegangenen Gelenkentzündung ab, welcher Art die nachträgliche Störung sein wird. Daher kommt es, dass bald chronische Gelenkentzündungen mit wiederholten Nachschüben, bald Hydarthrosen und Kapselverdickungen, bald schwerere Formen von Gelenksteifigkeit oder sogar eigentliche fibröse Ankylosen zurückbleiben; letztere entstehen dadurch, dass von der entzündlich gewucherten Synovialis aus pannöse Fortsätze über die Knorpel sich vorschieben und unter einander verlöthen. So lassen sich auch die bekannten Obduktionsergebnisse von Teissier und Bonnet, welche fälschlich allein auf Rechnung der Immobilisirung gesetzt wurden, nur dann richtig deuten, wenn man sie als gemeinschaftliche Effekte der Synovitis und Immobilisirung betrachtet und auch die nachträglich stattgehabten Bewegungsversuche in Rechnung zieht.

Teissier und Bonnet konnten in 6 Fällen von Fractur des Ober- und Unterschenkels, in denen die Behandlung 2—15 Monate gedauert hatte, folgende Veränderungen im Kniegelenke, theilweise auch im Tibio-Tarsalgelenke und in den Fusswurzelgelenken nachweisen: blutig-serösen Erguss, Injektion der Synovialis, namentlich ihrer mit Fransen versehenen Umschlagsfalten, Bildung von gefässhaltigen Pseudomembranen, welche mit den Knorpeloberflächen zusammenhängen, Ankylose zwischen einzelnen Partieen derselben durch fibröse Verbindungen.

§. 175. In letzter Reihe sind unter den nach der Fracturheilung zurückbleibenden Störungen noch die abnormen Empfindungen und Schmerzen zu erwähnen, welche die Patienten in der ersten Zeit in dem noch frischen Callus klagen. Bald sind es dumpfe unbestimmte Sensationen, bald eigentliche Schmerzen, welche hie und da in bestimmter Weise mit den äusseren atmosphärischen Verhältnissen in Zusammenhang stehen und daher, falls sie periodisch oder bei Witterungswechsel sich einstellen, den Namen Calender erhalten haben. Man beobachtet diese Erscheinung selbst in durchaus günstig verlaufenen Fällen und nach ganz correkter Heilung, namentlich im vorgerückten Lebensalter. Anfangs häufiger und intensiver auftretend, pflegen sich die Schmerzen mit der Zeit zu verlieren, bestehen jedoch auch in manchen Fällen wohl das ganze Leben hindurch fort.

Das Vorkommen dieser Hyperästhesie des frischen Callus steht

durchaus im Einklange mit demselben Verhalten ausgedehnter Weichtheilnarben, und es lassen sich gewöhnlich keine besonderen materiellen Ursachen auffinden. In manchen Fällen jedoch liegen Verwachsungen der Weichtheile, namentlich der Haut oder der Muskeln mit dem Callus zu Grunde, so dass dann die Schmerzen durch gewisse Bewegungen hervorgerufen werden, oder es handelt sich um einen eigentlichen Callus dolorosus mit Anfällen von Neuralgieen, den wir später eingehender besprechen werden.

Ueberblicken wir schliesslich die ganze Reihe der soeben besprochenen Störungen, welche der Zustand des gebrochenen Gliedes in der Zeit nach der Heilung des Knochenbruches erkennen lässt, also namentlich die Muskelatrophie, das Oedem, die Gelenksteifigkeit und die schmerzhaften Empfindungen an der Bruchstelle, so leuchtet es sofort ein, dass der Gebrauch des Gliedes nur allmälig und mit Vorsicht wieder aufgenommen werden kann und die volle Funktionsfähigkeit erst nach längerer Zeit wiederhergestellt wird. Die Dauer dieser Reconvalescenz richtet sich natürlich nach dem Sitze und der Beschaffenheit des Bruches, nimmt jedoch im Allgemeinen ein bis zwei Drittheile der zur Consolidation erforderlichen Zeit in Anspruch, wie aus der weiter unten (S. 269) zusammengestellten Tabelle hervorgeht. Ueberdiess ist ja auch die volle Restitutio in integrum nur nach ganz correkter Heilung zu erwarten, bei der sich die Bruchstücke in ihrem normalen Lageverhältnisse wieder vereinigt haben, und somit der Skelettheil seine äussere Form wieder erhalten hat. Erfolgt dagegen die Heilung in fehlerhafter Weise, z. B. mit Winkelstellung der Fragmente oder starker Verkürzung, so bleibt auch das Glied in seinen Funktionen zeitlebens mehr oder minder beeinträchtigt oder selbst vollständig unbrauchbar. Wir werden auf diese verschiedenen Formen der fehlerhaften Fracturheilung später in einem eigenen Abschnitte eingehen.

Cap. IX.

Die Dauer des Heilungsverlaufes.

Die Heilungsdauer der Knochenbrüche kann nach zweierlei Terminen bemessen werden: entweder nach dem Zeitpunkte der Consolidation der Bruchstelle, oder nach dem der wiederhergestellten Gebrauchsfähigkeit des Gliedes.

Beide Termine liegen, wie im vorhergehenden Capitel gezeigt wurde, oft recht weit auseinander und beide haben auch ein unmittelbar praktisches Interesse: denn der Zeitpunkt der Consolidation ist zugleich der, an welchem der angelegte Verband ohne Nachtheil abgenommen und der Gebrauch des Gliedes gestattet werden darf; die Zeitdauer bis zu völlig freier Funktionirung des Gliedes dagegen entscheidet über die Dauer der Behandlung und der Gebrauchs- (Arbeits-) Unfähigkeit. Beide Termine laufen übrigens keineswegs immer parallel; denn abgesehen von gewissen Zufällen, welche die Reconvalescenzperiode abnorm in die Länge ziehen, gibt es manche Brüche, namentlich in der Nähe von Gelenken (Fractur der untern

Radiusepiphyse, der Malleolen), welche rasch consolidiren und doch eine unverhältnissmässig lange Funktionsstörung zurücklassen.

§. 176. Die Dauer der Fracturheilung selbst weist ausserordentlich grosse Verschiedenheiten auf.

In allererster Linie entscheidet über die Heilungsdauer der Heilungsmodus: ob die Heilung mit oder ohne Eiterung an der Bruchstelle sich vollzieht. Diese Unterscheidung ist nicht vollkommen identisch mit der zwischen einfachen und complicirten Brüchen. Denn auf der einen Seite kommen ausnahmsweise Fälle von subkutanen Fracturen vor, in denen Eiterung an der Bruchstelle auftritt, wie ich beispielsweise bei einem sehr schwächlichen, vernachlässigten Kinde mit gleichzeitigem Bruche beider Vorderarme beobachtete. Auf der anderen Seite gelangen manche complicirte Fracturen ohne Zuthun der Kunst, häufiger mit Hülfe der antiseptischen Wundbehandlung auf dem raschen Wege ohne Eiterung zur Heilung (s. §. 157). Ihre Dauer ist dann dieselbe wie bei den von vornherein einfachen Brüchen.

Erfolgt die Heilung auf dem Wege der Eiterung, so zieht sie sich unter allen Umständen sehr in die Länge. Man nimmt zwar im Allgemeinen als Regel an, dass sie dann etwa dreimal so viel Zeit in Anspruch nimmt, als die Heilung der subkutanen Fracturen auf dem raschen Wege, allein gar häufig dauert sie noch viel länger, so dass die Fälle nicht zu den Seltenheiten gehören, in denen complicirte Fracturen der grossen Röhrenknochen erst nach einem halben bis ganzen Jahre und darüber zur Heilung kommen. Die Schuld liegt nicht blos daran, dass die Gewalteinwirkung in der Regel eine heftigere und daher die Verletzung des Knochens und der umgebenden Weichtheile eine ausgedehntere zu sein pflegt, sondern der Verlauf wird häufig durch Complikationen gestört, welche theils in die Reihe der accidentellen Wundkrankheiten überhaupt gehören, theils speciell zu Knochenläsionen hinzutreten. In letzterer Hinsicht sei nur an die Necrose der Splitter und Bruchenden erinnert: wie lange dauert es, bis sich die Sequester gelöst und ausgestossen haben, falls nicht gar ihre spontane Ausstossung durch die Einschliessung in den Callus ganz verhindert wird.

Es ist desshalb äusserst schwierig oder ganz unmöglich, die voraussichtliche Heilungsdauer complicirter Fracturen im Voraus zu bestimmen. Jedenfalls liegt die Entscheidung im Allgemeinen weniger in der Beschaffenheit des Knochenbruches selbst, als vielmehr in der Art der Mitverletzung der Weichtheile. Denn je kleiner und weniger gequetscht die Weichtheilwunde ist, um so eher gelingt, selbst bei Splitterbrüchen, eine rasche Heilung. Wir müssen aber noch hinzufügen, dass die Entscheidung auch zum grossen Theile von der eingeschlagenen Behandlungsmethode abhängt, sofern die antiseptische Behandlung, frühzeitig eingeleitet, wie keine andere die Heilungsdauer dadurch abzukürzen vermag, dass sie die Eiterung auf ein Minimum beschränkt oder ganz fernhält und überhaupt die complicirten Brüche nach Art der einfachen zur Heilung bringt. Jedenfalls ergibt sich aus alledem, dass es einstweilen unmöglich ist, Durchschnittszahlen für die Heilungsdauer der complicirten Fracturen der einzelnen Knochen aufzustellen, da nicht nur die Fälle unter sich allzu verschieden sind,

sondern auch das vorliegende Beobachtungsmaterial eine äusserst bunte Reihe differenter Behandlungsmethoden aufweist. Ein solcher statistischer Versuch lohnt sich erst, wenn die antiseptische Behandlung dieser Brüche allgemein durchgeführt sein wird, und über ihre Resultate grosse Zahlenreihen vorliegen werden.

§. 177. Dagegen zeigt die Heilungsdauer der subkutanen (und subkutan bleibenden) Fracturen eine weit grössere Regelmässigkeit, da sie von äusseren Faktoren viel weniger beeinflusst wird.

Im Allgemeinen lässt sich folgendes Gesetz voranstellen: die Heilungsdauer der einfachen Brüche verschiedener Knochen hängt unter sonst gleichen Verhältnissen von der Dicke des gebrochenen Knochens ab. Es nimmt also beispielsweise die Heilung eines Oberschenkelbruches 5 mal längere Zeit in Anspruch, als die einer Fingerphalanx.

Im Zusammenhange hiemit steht das weitere Gesetz, dass die Heilungsdauer im kindlichen Alter eine viel kürzere ist, als bei Erwachsenen. Diess beruht theils gerade auf der verschiedenen Dicke des Knochens, theils darauf, dass während der Periode des Knochenwachsthums die Callusbildung sich weit leichter und rascher vollzieht, als bei Erwachsenen, bei denen die knochenbildende Thätigkeit der betreffenden Organe gleichsam erst wieder von Neuem angefacht werden muss. Während nämlich bei Kindern in den beiden ersten Lebensjahren die Heilung nicht einmal die Hälfte der für Erwachsene gültigen Zeit in Anspruch nimmt, gleicht sich mit dem fortschreitenden Wachsthum der Termin allmälig aus, um nach vollendeter Ausbildung des Skeletts sich dauernd gleich zu bleiben.

Aus den zahlreichen Beobachtungen von Coulon geht hervor, dass bei Kindern unter 10 Jahren die meisten Fracturen innerhalb 2—3 Wochen consolidirt sind. Beispielsweise dauerte die Heilung bei 19 Oberschenkelbrüchen 11—25, im Mittel $16^1/_2$ Tage, bei 5 Brüchen beider Unterschenkelknochen 17—24, bei 5 Brüchen der Clavicula 11—21 Tage. Nach Gritti betrug in 6 Fällen von Oberschenkelbrüchen bei Kindern unter 7 Jahren die Heilungsdauer durchschnittlich 27 Tage, im Minimum bei einem einjährigen Kinde nur 11 Tage. — Nur bei der so häufigen Gegenwart von Rachitis verzögert sich die Heilung oft beträchtlich.

§. 178. Im Uebrigen sind nun aber noch zahlreiche anderweitige Momente zu berücksichtigen, welche im Einzelfalle von grossem Einflusse auf die Heilungsdauer sind.

Als günstige Momente, welche eine rasche Heilung erwarten lassen, sind namentlich hervorzuheben: Sitz des Bruches in der Diaphyse, querer Verlauf der Bruchlinie, fehlende oder geringe Dislokation der Fragmente, Abwesenheit besonderer Complikationen, genaue Reposition und Retention der Fragmente während der Heilung, sowie ein zweckmässiges Verhalten des Kranken. Trifft im einzelnen Falle die Mehrzahl dieser günstigen Bedingungen zu, so kann die Heilung in auffallend kurzer Zeit zu Stande kommen. Beispielsweise beobachtete ich eine Fractur in der Mitte des Oberschenkels bei einem 18jährigen Burschen, welche schon nach 17 Tagen vollkommen consolidirt war.

Die ungünstigen Momente, welche die Heilung verzögern, werden in einem späteren Abschnitte eingehender erörtert werden. Es mag genügen, dieselben hier kurz zu nennen: Sitz des Bruches an den Gelenkenden, sehr schräger Verlauf der Bruchlinie, ausgedehnte

Splitterung, stärkere Dislokation der Bruchenden, namentlich mit beträchtlichem Auseinanderweichen oder Uebereinanderschiebung derselben, Interposition von Weichtheilen zwischen die Fragmente, Erkrankung der Bruchenden (Caries, Necrose, Carcinom, Cysten, Echinococcen), gleichzeitige Durchtrennung des Hauptnervenstammes des gebrochenen Gliedes. Ferner liegt die Schuld nicht selten an einer mangelhaften Behandlung, namentlich unvollständiger Reposition oder ungenügender Immobilisirung durch den Fracturverband, sowie in unzweckmässigem Verhalten, grosser Unruhe und Ungeberdigkeit des Kranken. Endlich wird die Heilung in manchen Fällen, jedoch keineswegs constant, durch gewisse allgemeine Verhältnisse verzögert, wie durch hochgradige Schwächezustände, z. B. nach schweren Krankheiten, durch dyskrasische Zustände, z. B. schwere Formen von inveterirter Syphilis und Skorbut, sowie endlich zuweilen durch die Schwangerschaft.

§. 179. Angesichts dieser mannigfaltigen Einflüsse ist es nicht zu verwundern, dass auch bei den Brüchen gleichnamiger Knochen die Heilungsdauer in den einzelnen Fällen oft recht erheblich differirt. Immerhin ist es auch von praktischem Werthe, wenigstens die mittlere Heilungsdauer der Brüche der einzelnen Knochen zu kennen, weil man nach Ablauf dieses Termines den Verband abzunehmen und die Festigkeit an der Bruchstelle zu prüfen hat. Leider haben nun aber die statistischen Erhebungen in dieser Richtung, welche von verschiedenen Beobachtern angestellt sind, zum Theil sehr abweichende Resultate ergeben. Die Schuld liegt theils daran, dass in einzelnen älteren Statistiken (von Fricke, Lange, Middeldorpf) die einfachen und complicirten Fracturen nicht von einander getrennt sind, theils daran, dass als Termin der vollendeten Heilung bald der Zeitpunkt der Consolidation, bald der der vollendeten Heilung oder der Entlassung des Patienten aus dem Hospitale angenommen worden ist. Hiezu kommt noch, dass es überhaupt nicht möglich ist, den Zeitpunkt der Consolidation genau nach einzelnen Tagen anzugeben, zumal bei der gebräuchlichen Anwendung des Gypsverbandes, welcher nicht gestattet, die Fortschritte der Heilung in kürzeren Zwischenräumen zu controliren. Pflegt man sich doch im Allgemeinen mit der Abnahme des Gypsverbandes nicht zu übereilen, da die erneute Anlegung desselben immerhin Zeit und Mühe kostet.

Gurlt hat in runden Zahlen den Termin der Consolidation der einzelnen Fracturen folgendermassen berechnet:

Fractur einer Fingerphalanx	nach	2	Wochen
„ eines Mittelhand- oder Mittelfussknochens	„	3	„
„ einer Rippe	„	3	„
„ des Schlüsselbeines	„	4	„
„ des Vorderarmes	„	5	„
„ des Oberarmes	„	6	„
„ des Oberarmhalses	„	7	„
„ beider Unterschenkelknochen	„	8	„
„ der Tibia allein	„	7	„
„ der Fibula allein	„	6	„
„ des Oberschenkels	„	10	„
„ des Schenkelhalses	„	12	„

Die nachstehende Tabelle, welche nach den Statistiken von C. O. Weber, Moritz und Leisrink zusammengestellt ist, gibt genauere Zahlenverhältnisse und zugleich gesonderte Angaben über den Termin der Consolidation und der Entlassung aus der Behandlung. Sie gewährt somit auch eine bestimmte Anschauung über die Dauer der zwischen den beiden Terminen liegenden Reconvalescenzperiode, welche nach den Leisrink'schen Zahlen $1/3$—$2/3$ der zur Consolidation erforderlichen Zeit in Anspruch nimmt. — Die Statistik von C. O. Weber aus der Klinik in Bonn (1819—1857) umfasst 143 Fälle subkutaner Fracturen, die von Moritz aus dem Obuchow-Hospitale in St. Petersburg (1852—1864) circa 700, die von Leisrink aus dem Hamburger allgemeinen Krankenhause 313 Fälle.

Fracturen.	Mittlere Heilungsdauer			
	bis zur Consolidation.		bis zur Entlassung.	
	Moritz.	Leisrink.	Leisrink.	Weber.
	Tage.	Tage.	Tage.	Tage.
1. Schlüsselbein	30	31	39¾	31
2. Oberarm	—	—	—	37
Hals	40	29	50½	—
Mittelstück	43	32¾	44	—
Unteres Ende	—	26¼	40¾	—
3. Vorderarm	40	34	46	31
Ulna	33	—	—	35
Radius	33	29⅔	43	30
Olekranon	—	—	—	34
4. Oberschenkel	53	—	—	—
Hals	—	49	87	63
Mittelstück u. unter. Ende	—	54½	85	62
5. Patella	—	44	71	61
6. Unterschenkel	47	—	—	53
Ob. u. mittl. Drittel	—	70½	106	—
Unteres Drittel	—	47⅓	80	—
Tibia	42	51	63¼	36
Fibula	36	30¾	44¼	49

Fünfter Abschnitt.

Die Prognose der Knochenbrüche im Allgemeinen.

In dem vorhergehenden Abschnitte über den Verlauf der verschiedenen Arten von Knochenbrüchen haben die für die Prognose massgebenden Momente bereits zum grössern Theile eine eingehende Erörterung gefunden, so dass wir, um Wiederholungen zu vermeiden, nur noch in Kürze die wesentlichsten Punkte zusammenzufassen brauchen.

§. 180. Die Prognose in Bezug auf Erhaltung des Lebens hängt von einer Reihe Bedingungen ab, welche mit dem Knochenbruch an und für sich zumeist nur in einem mittelbaren Zusammenhange stehen.

Als unmittelbare Folgen der Fractur selbst sind eigentlich nur die seltenen Todesfälle durch Fettembolie zu betrachten, von denen bisher etwa 10 Fälle sicher constatirt sind, welche grösstentheils complicirte Unterschenkelfracturen betreffen. Im Uebrigen kann der tödtliche Ausgang zunächst durch Mitverletzung benachbarter lebenswichtiger Organe herbeigeführt werden, sei es, dass dieselbe durch die frakturirende Gewalt oder durch dislocirte Bruchenden und Splitter beigebracht wird. Die grösste Lebensgefahr bieten in dieser Hinsicht die Fracturen des Schädels mit Gehirnverletzung, die der Wirbelsäule, namentlich des Halstheiles derselben, mit Compression des Rückenmarkes, die des Zungenbeins und Kehlkopfs mit Verlegung der Athemwege, die des Brustbeins und der Rippen mit Verletzung oder Compression der Lungen und des Herzens, sowie endlich die Fracturen des Beckens mit Zerreissung der Blase. Ebenso kann die gleichzeitige Verletzung eines benachbarten Gefässstammes durch Verblutung oder bei Schädelbrüchen durch Gehirndruck zum Tode führen. Auch der durch die heftigsten Grade der Gewalteinwirkung erzeugte Shok, wie er bei ausgedehnten Zermalmungen und multiplen Fracturen beobachtet wird, vermag raschen Tod zu bewirken.

Ferner droht auch während des weiteren Verlaufes dem Leben Gefahr durch die ganze Reihe von Complikationen, welche sich zumeist zu complicirten Fracturen hinzugesellen und in einem späteren Abschnitte dieser Arbeit zur Erörterung gelangen werden. Hieher gehört das Delirium tremens und nervosum, der Tetanus, die Pyämie und Septicämie, der Hospitalbrand, erschöpfende Eiterung. Weitaus die meisten Opfer hat unstreitig die septische Wundinfektion gefordert, gegen welche bis vor Kurzem die Hülfe der Kunst sich fast ohnmächtig

erwies. Betrug doch die Mortalität der complicirten Fracturen der grossen Röhrenknochen in den meisten Hospitälern 30—40, in einzelnen sogar 70—80 Procent — und drei Viertheile der Todesfälle kamen auf Rechnung der Septopyämie! Heutzutage sind, dank der Lister'schen antiseptischen Wundbehandlung, diese verheerenden Wundkrankheiten selten geworden und damit haben jene Verletzungen einen grossen Theil ihrer Schrecken verloren. Wir werden später bei der Erörterung der Behandlung der complicirten Fracturen diesen Vergleich näher ausführen und den statistischen Nachweis liefern, dass bei rechtzeitiger und strenger Durchführung der antiseptischen Behandlung die Mortalität an Septopyämie auf ein Minimum reducirt ist. Es lässt sich also der Satz aufstellen, dass die Prognose bezüglich der Lebensgefahr bei den complicirten Fracturen fast allein von der Wahl der Wundbehandlungsmethode abhängt.

Endlich kann der tödtliche Ausgang auch durch Erkrankungen herbeigeführt werden, welche mit der Fractur als solcher gar nicht in Zusammenhang stehen, sondern nur durch das längere Krankenlager bedingt sind. Hiebei handelt es sich um Fracturen der untern Extremität, namentlich Schenkelhalsbrüche bei Leuten im höheren Alter, welche bereits vor der Verletzung an krankhaften Veränderungen der Lungen und des Herzens litten, die dann in Folge der ruhigen horizontalen Bettlage und der herabgesetzten Respirationsthätigkeit nicht selten bis zum tödtlichen Ausgange sich verschlimmern. Auch kann durch die anhaltende Rückenlage bei geschwächten und marantischen Individuen Decubitus entstehen, der durch grosse Ausdehnung und erschöpfende Eiterung oder durch Sepsis den lethalen Ausgang herbeiführt.

§. 181. Die Prognose bezüglich der Erhaltung des gebrochenen Gliedes hängt gleichfalls theils von der Art und dem Grade der Verletzung, theils von dem Gange des Heilungsverlaufes ab. Daher wird auch im ungünstigen Falle die Absetzung des Gliedes bald sofort (primäre Amputation) bald früher oder später nach der Verletzung (intermediäre und sekundäre Amputation) vorgenommen.

Von vornherein ist die Erhaltung des Gliedes unmöglich in solchen Fällen, in denen dasselbe beinahe vollständig abgequetscht oder ganz zermalmt ist, wie es vorzugsweise bei Maschinen- und Eisenbahnverletzungen vorkommt. Ferner dann, wenn die Weichtheilverletzung der Art ist, dass sie unvermeidlich Gangrän des Gliedes zur Folge haben muss, oder auch, wenn die Haut allein in solchem Umfange zerquetscht oder ganz abgerissen ist, dass der Defekt irreparabel ist. Ferner bei gleichzeitiger Zerreissung der grossen Gefäss- und Nervenstämme, endlich bei fortdauernder Blutung aus einem starken Arterienstamme, falls die Stillung der Blutung nicht gelingt. Es gilt also im Allgemeinen die Regel, dass die Prognose bezüglich der Erhaltung des Gliedes weit mehr von dem Grade und der Ausdehnung der Verletzung der Weichtheile als von dem des Knochens abhängt, so dass selbst eine ausgedehnte Splitterung des Knochens bei geringer Weichtheilverletzung die Erhaltung des Gliedes nicht von vornherein unmöglich macht. Aber auch hier ist es wieder allein die Schutzkraft der Antisepsis, welche die Grenzen der conservativen Behandlung in diesem Umfange auszudehnen gestattet,

während sonst bei Splitterbrüchen mit grosser Hautwunde und namentlich mit Eröffnung eines grösseren Gelenkes der Versuch der Erhaltung des Gliedes mit solcher Lebensgefahr verbunden ist, dass das Glied zum Zwecke der Lebenserhaltung geopfert werden muss.

Im weiteren Verlaufe kann die Erhaltung des Gliedes bald früher bald später durch schwere Complikationen gefährdet werden. Zunächst durch Gangrän eines ganzen Gliedabschnittes oder blos der Haut in grosser Ausdehnung. Ferner durch unstillbare Nachblutung aus einem grösseren Arterienstamme, durch Hinzutreten diffuser Periostitis und Osteomyelitis, durch progrediente septische Phlegmone, welche in ihrer schwersten foudroyanten Form als akut-purulentes Oedem (Pirogoff) bekannt ist. Ferner durch Vereiterung eines grossen Gelenkes mit hohem Fieber, falls die Resektion desselben nicht statthaft ist. Ferner muss von der Erhaltung des Gliedes Abstand genommen werden bei profuser Eiterung in der Bruchspalte und ihrer weiteren Umgebung mit ausgedehnter Necrose der Bruchenden, falls die Kräfte des Kranken durch Eiterung und Fieber erschöpft zu werden drohen. Endlich muss hie und da beim Auftreten von Tetanus und Pyämie der Versuch gemacht werden, zum Zwecke der Lebenserhaltung das Glied zu opfern.

Das Nähere hierüber wird später in dem Capitel über die „Indikationen zur Amputation und Gelenkresektion bei Knochenbrüchen" angeführt werden.

§. 182. Die Prognose bezüglich der Wiederherstellung des gebrochenen Gliedes, des Ganges und der Dauer des Heilungsverlaufes hängt im Allgemeinen von folgenden Verhältnissen ab.

1) Die Entstehungsweise des Bruches ist für die Prognose in so ferne von Bedeutung, als bei direkter Gewalteinwirkung die Verletzung sowohl des Knochens als namentlich der Weichtheile in der Regel eine stärkere ist, als bei den durch indirekte Gewalt oder einfachen Muskelzug entstandenen Fracturen. Auch unter den complicirten Fracturen bieten die indirekten Durchstechungsfracturen die günstigsten Verhältnisse dar und können sogar zuweilen auch ohne Zuthun der Kunst wie subkutane Fracturen auf dem raschen Wege zur Heilung gelangen.

2) Der Sitz der Fractur ist von der grössten prognostischen Wichtigkeit. Wir sehen hier ab von den Brüchen solcher Knochen, welche lebenswichtige Organe einschliessen, wie des Schädels, der Wirbelsäule, des Kehlkopfes, der knöchernen Thoraxwand und des Beckens; ihre Bedeutung wird wesentlich durch die Betheiligung jener inneren Organe bestimmt, während sie an und für sich rasch und vollkommen heilen können. Von den übrigen Brüchen pflegen die der kurzen und platten Knochen rasch und gut zu heilen, und unter den gemischten Knochen zeichnen sich die Gesichtsknochen durch grosse Tendenz zur Heilung per primam und einen auffallend raschen und günstigen Verlauf aus, selbst wenn eine bedeutende Splitterung und Verletzung der bedeckenden Weichtheile vorhanden ist. Weniger günstig sind die Brüche der langen Röhrenknochen, weil sie mehr

Neigung zur Dislokation haben, und zwar sind sie im Allgemeinen um so ungünstiger, je dicker der gebrochene Knochen ist, da die Verletzung eine grössere und die Heilungsdauer eine entsprechend längere ist. Unter sonst gleichen Umständen geben die Brüche an den untern Extremitäten im Allgemeinen eine ungünstigere Prognose als die der oberen, weil erstere von dickeren Muskelschichten umgeben sind, welche an der Verletzung und entzündlichen Reaktion participiren und nicht nur die Erkenntniss, sondern auch die Bekämpfung der Dislokation durch den Fracturverband erschweren, während doch eine zurückbleibende Difformität mit Verkürzung gerade an der untern Extremität eine weit schwerere Funktionsstörung bedingt. Hiezu kommt, dass die Brüche der untern Extremität eine längere ruhige Lage im Bette erheischen, welche nicht nur bei älteren Leuten mit Respirationsbeschwerden, sondern auch bei übrigens gesunden Personen, welche an körperliche Anstrengung und freie Bewegung gewöhnt sind, allerlei Nachtheile bringen kann.

Bei den Brüchen der langen Röhrenknochen geben wieder die der Diaphyse eine günstigere Prognose als die Epiphysenbrüche, zumal diejenigen, welche intra-artikulär verlaufen oder in ein Gelenk penetriren. Denn die Gelenkfracturen gefährden in hohem Grade die spätere Funktionsfähigkeit des Gliedes (s. §§. 147—52): nicht nur bleibt sehr oft die knöcherne Heilung aus, sondern sie haben auch aus anderen Ursachen nicht selten dauernde Störungen des Gelenkmechanismus zur Folge. In vielen Fällen bleibt Ankylose zurück, welche meist durch fibröse oder knöcherne Verwachsung der Gelenkenden in Folge intensiver Gelenkentzündung, seltener durch extrakapsuläre Callusbrücken bedingt ist. Oder es entsteht ein Schlottergelenk durch chronischen Hydarthros mit Dehnung des Bandapparates oder durch Entwicklung einer Pseudarthrose an der Bruchstelle. In anderen Fällen kommt es zu einer fehlerhaften Richtung der Gelenkflächen zu einander, wenn der abgebrochene Theil des Gelenkendes in dislocirter Stellung wieder anheilt, oder es bleiben nachträglich freie Gelenkkörper zurück, oder es entwickelt sich endlich eine Arthritis deformans traumatica oder gar eine granuläre Synovitis und Parasynovitis, welche schliesslich als Tumor albus Glied und Leben bedroht.

Bei Fracturen paralleler Knochen bieten die eines einzelnen von beiden günstige Chancen für eine correkte Heilung, da der intakte Parallelknochen als natürliche Schiene dient. Sind dagegen beide Knochen gleichzeitig gebrochen, so kann je nach der Art der Heilung eine besondere Gefahr für die Gebrauchsfähigkeit des Gliedes erwachsen. Diess gilt vorzugsweise für die Brüche der beweglich mit einander verbundenen Knochen des Vorderarmes, welche nicht selten mit einer schweren Störung der Rotationsbewegung, namentlich der Supination zur Heilung gelangen (s. o. §. 153). Die Ursache liegt dann bald in einer Verengerung des Zwischenknochenraumes durch voluminösen Callus oder durch die gegen einander dislocirten Fragmente, bald in einer winkeligen Knickung des Radius in Pronationsstellung, bald in einer Synostose beider Vorderarmknochen durch eine Callusbrücke.

Was die gleichzeitige Fractur mehrerer, nicht in unmittelbarer Nähe von einander gelegenen Knochen betrifft, so ist die Prognose lediglich von der Bedeutung und Beschaffenheit der einzelnen Fracturen abhängig. Bieten letztere keine besonderen Complikationen dar, so ist

die Heilung derselben zwar mit grösseren Schwierigkeiten für die Behandlung und mit mehr Beschwerden für den Kranken verbunden, pflegt jedoch ebenso schnell und leicht vor sich zu gehen, als wenn nur eine einzige Fractur vorhanden ist (s. o. §. 91).

3) Die Beschaffenheit der Fractur ist in mehrfacher Hinsicht von mächtigem Einflusse auf die Prognose.

Die grösste Differenz besteht zwischen den einfachen und complicirten Fracturen. Abgesehen von der unendlich grösseren Gefahr für die Erhaltung des Lebens sowohl als des Gliedes, welche schon oben betont wurde, bieten die complicirten Fracturen auch aus dem Grunde eine viel ungünstigere Prognose, weil die Heilung durch Eiterung etwa dreifach längere Zeit erfordert und daher alle Nachtheile im Gefolge hat, welche langes Krankenlager und anhaltende Eiterung mit sich bringen. Auch die Störungen, welche theils während der Periode der Reconvalescenz, theils dauernd zurückbleiben, namentlich die Atrophie der Muskeln und die Gelenksteifigkeit sind in der Regel schwerer, und, falls es zu Necrose der Bruchenden und Splitter kommt, erfolgt nicht selten noch nachträglich, nach scheinbar vollendeter Heilung, wiederholt Abscessbildung, Wiederaufbruch von Fisteln und Ausstossung von Sequestern, oder es wird sogar behufs Entfernung der letzteren ein operativer Eingriff erforderlich. Auch in dieser Hinsicht gestaltet sich die Prognose der complicirten Fracturen bei erfolgreicher Durchführung der Antisepsis ungleich günstiger, sofern sie die Eiterung und Knochennecrose verhütet und die Heilungsdauer beträchtlich abkürzt, mit einem Worte, die complicirte Fractur nach Art der subkutanen zur Heilung bringt.

Auch die Richtung der Bruchlinie und die damit zusammenhängende Art der Dislokation ist von Einfluss. Am günstigsten sind die Querbrüche, bei denen die Dislokation der Fragmente entweder von vornherein fehlt oder leicht gehoben werden kann, da sich die Bruchflächen fest gegen einander stemmen; die Heilung erfolgt hier schnell und ohne Difformität. Bei den Schrägbrüchen dagegen pflegt eine mehr oder weniger starke Tendenz zur Verschiebung zu bestehen, die schwer zu bekämpfen und oft gar nicht vollständig zu beseitigen ist. Die Heilung dauert dann länger, und es bleibt eine mehr oder minder auffallende Difformität, namentlich in Form von Verkürzung des Gliedes zurück, welche zwar an der obern Extremität von geringem Nachtheile ist, dagegen an der untern stets eine entsprechende Störung der Gebrauchsfähigkeit zeitlebens zurücklässt. Noch ungünstiger ist die Prognose der Spiral- und Längsbrüche wegen der ausgedehnten Knochen- und Markverletzung. Die mehrfachen und Splitterbrüche bieten für die Reposition und Retention der Fragmente oft grosse Schwierigkeiten. Die Anheilung der Splitter geht zwar bei subkutanem Verlaufe gewöhnlich ohne jede Störung von Statten, dagegen verfallen dieselben bei Eiterung der Wunde grösstentheils der Necrose und werden zu einer Quelle häufiger und langdauernder Störungen des Heilungsverlaufes. Entsteht überdiess durch nekrotische Ausstossung zahlreicher Splitter ein ausgedehnter Defekt des Knochens, so wird die knöcherne Vereinigung überhaupt in Frage gestellt, und es droht der Ausgang in Pseudarthrosenbildung.

Von den verschiedenen Dislokationsformen ist für die knöcherne

Vereinigung am ungünstigsten das Auseinanderweichen der Fragmente in der Längsrichtung, wie es vorzugsweise bei den Brüchen kleiner Knochen und Knochenfortsätze mit starken Muskelansätzen vorkommt. Die Querbrüche der Patella und des Olekranon, welche sehr selten durch knöchernen Callus, sondern in der Regel durch eine ligamentöse Zwischensubstanz vereinigt werden, bieten hiefür die am häufigsten vorkommenden Beispiele. Ebenso bildet die Interposition von Weichtheilen, namentlich Muskeln und Sehnen, zwischen die Fragmente ein nicht ganz seltenes Hinderniss der knöchernen Vereinigung.

4) Die Individualität des Verletzten übt namentlich auf die Heilungsdauer einen nicht geringen Einfluss aus. Während das Geschlecht keinen merklichen Unterschied bedingt, lässt das Lebensalter einen sehr auffallenden Einfluss auf die Heilungsdauer erkennen. Denn während der Periode des Knochenwachsthums erfordert die Heilung eine sehr viel kürzere Zeit, ja sogar während des ersten Kindesalters nur etwa die Hälfte der Zeit als bei Erwachsenen; bei letzteren weist dagegen das mittlere und höhere Alter keinen sehr namhaften Unterschied in der Heilungsdauer auf.

Der Einfluss constitutioneller Verhältnisse auf den Heilungsvorgang ist im Allgemeinen nicht sehr hoch anzuschlagen, jedenfalls viel weniger als bei den Verletzungen mancher anderer Organe. Denn man sieht oft bei schwächlichen und herabgekommenen Individuen die Fractur ziemlich ebenso schnell und vollständig zur Heilung gelangen, wie bei kräftigen und robusten Personen. Bestehende Syphilis, abgesehen etwa von einzelnen schweren inveterirten Formen, bewirkt keine Störung der Heilung, Rachitis jedoch eine Verzögerung derselben. Schwangerschaft sowie Schwächezustände nach schweren akuten Krankheiten vermögen zwar in manchen Fällen die Callusbildung zu verzögern oder ganz zu verhindern, bleiben jedoch in anderen Fällen ohne jeden nachtheiligen Einfluss auf die Heilung.

5) Aeussere Verhältnisse spielen gleichfalls eine wichtige Rolle. In erster Linie hängt von der Behandlung ausserordentlich viel ab. Bei den complicirten Fracturen entscheidet, wie wir gesehen haben, die Art der Wundbehandlung über den Gang des Heilungsverlaufes, und kann ein Fehler in der Technik der Antiseptik den ganzen Erfolg in Frage stellen. Und auch bei einfachen Brüchen liegt es oft allein an der Art der Behandlung, ob die knöcherne Vereinigung überhaupt zu Stande kommt oder ganz ausbleibt, ob die Fractur mit oder ohne Difformität und Gebrauchsstörung zur Heilung gelangt. Ja es kommt sogar, namentlich bei den Brüchen der Vorderarmknochen, hie und da vor, dass lediglich durch fehlerhafte und nachlässige Behandlung, nämlich durch einen einschnürenden Verband, der entweder von vornherein zu fest angelegt oder erst in Folge hinzugetretener Anschwellung zu fest geworden war, Atrophie oder Gangrän des Gliedes entsteht.

Nicht minder wichtig ist aber auch das Verhalten des Kranken selbst, je nachdem er sich folgsam und geduldig den ärztlichen Anordnungen und Massnahmen fügt oder sehr unruhig und ungeberdig ist. Namentlich bei Deliranten und Geisteskranken, bei denen der

sorgfältigste und festeste Verband und selbst Zwangsmittel die Bewegungen an der Bruchstelle nicht ganz zu verhüten vermögen, verschlechtert sich natürlich die Prognose ausserordentlich.

6) Die üblen Zufälle, welche theils gleich bei der Entstehung der Fractur als Nebenverletzungen vorhanden sind, theils im weitern Verlaufe als Störungen des Heilungsprocesses sich hinzugesellen können, sind für die Prognose von grosser, zum Theil entscheidender Bedeutung. Wir werden dieselben in einem besondern Abschnitte ausführlicher besprechen.

Sechster Abschnitt.

Allgemeine Therapie der Knochenbrüche.



§. 183. Die allgemeine Behandlung der Knochenbrüche hat dahin zu streben, den normalen Zustand des gebrochenen Gliedes in Bezug auf äussere Form und Gebrauchsfähigkeit möglichst vollständig wiederherzustellen. In der That gelingt es einer kunstgerechten und sorgsamen Behandlung, bei der grossen Mehrzahl sämmtlicher Fracturen die normale Funktionsfähigkeit des Gliedes ganz oder fast ganz herbeizuführen und auch seine äussere Form so zu wahren, dass die etwa zurückbleibende Difformität nur bei genauer Untersuchung nachzuweisen ist.

Die Behandlung beginnt unmittelbar nach der Verletzung und schliesst erst mit der vollständigen Wiederherstellung des verletzten Gliedes ab. Sie hat im Einzelnen folgende Hauptaufgaben zu erfüllen:

1) Die ersten Hülfeleistungen unmittelbar nach erfolgtem Bruche, bestehend in der Anlegung des Nothverbandes, dem Transporte und der Lagerung des Verletzten.

2) Die Reposition oder Einrichtung des Bruches.

3) Die Retention des Bruches oder Anlegung des Bruchverbandes.

4) Die Nachbehandlung nach erfolgter Consolidation der Fractur.

Indem wir im Folgenden die verschiedenen Encheiresen erörtern, welche zur Erfüllung dieser Indikationen in Anwendung kommen, haben wir zunächst nur die einfachen (subkutanen) Fracturen im Auge und werden hierauf in einem besondern Capitel die Behandlung der complicirten Fracturen besprechen.

Da die Nachbehandlung nach erfolgter Consolidation bei den einfachen und complicirten Fracturen im Wesentlichen dieselbe ist, wird diese erst nach der Besprechung der Therapie der letzteren ihre Erörterung finden.

Cap. I.

Die ersten Hülfeleistungen nach der Verletzung.

Es ist von grosser Wichtigkeit, dass die erste Hülfe, welche man dem Verletzten angedeihen lässt, mit Vorsicht und Sachkenntniss geleistet wird. Ist der Arzt nicht zur Stelle, an welcher die Verletzung

sich ereignet hat, so fällt jene Aufgabe Laien zu, welche nur zu leicht durch unzweckmässiges Verfahren bei der Hülfeleistung Schaden stiften. Hiebei werden nicht nur unnöthige Schmerzen verursacht, sondern es kann auch geschehen, dass die Bruchstücke sich bedeutend verschieben und mit ihren Spitzen die Weichtheile verletzen.

§. 184. Die erste Aufgabe ist der Transport des Verletzten in seine Wohnung oder ein Hospital, nöthigenfalls nach Anlegung eines Nothverbandes.

Am einfachsten gestaltet sich der Transport natürlich dann, wenn der Verletzte selbständig zu gehen vermag, also bei den Fracturen der oberen Extremitäten, der Gesichts- und einzelner Rumpfknochen, wie des Schlüsselbeines, der Rippen und des Schulterblattes. Er pflegt dann nach eigenem richtigem Instinkte die Unterstützung des gebrochenen Gliedes selbst zu übernehmen, indem er beispielsweise mit der Hand der gesunden Seite oder allenfalls mit einem nach Art einer Mitella umgehängten Taschentuche den gebrochenen Arm trägt. Besondere Hülfeleistungen sind also meist nicht erforderlich, es sei denn, dass sich der Verletzte durch den Shok in einem Zustande bedeutender Schwäche befindet oder ein sehr weiter Transport zu Wagen bevorsteht. Im letzteren Falle ist ein provisorischer oder Nothverband, wie wir ihn nachher beschreiben werden, allerdings erforderlich, weil hiedurch die Bewegungen der Bruchenden, welche mit der Erschütterung beim Fahren unvermeidlich verbunden sind, erheblich vermindert werden können.

Grosse Schwierigkeiten macht dagegen oft der Transport bei Fracturen der untern Extremität, namentlich des Oberschenkels, sowie des Beckens und der Wirbelsäule. Wir haben hiebei allein die zufälligen Verletzungen im civilen Leben im Auge, bei denen die Schwierigkeit häufig darin sich geltend macht, dass es am Orte der Verletzung ganz an sachverständiger Hülfe und geeigneten Hülfsmitteln fehlt, so dass man sich auf allerlei Nothbehelfe beschränken muss. Bezüglich der ersten Hülfe bei den Massenverletzungen im Kriege und der hiebei erforderlichen Vorkehrungen ist auf den Abschnitt dieses Werkes über Schussverletzungen zu verweisen.

Schon das Aufheben des Verletzten vom Boden, um ihn eine kurze Strecke weit fortzuschaffen oder etwa auf einen Wagen oder eine Bahre aufzuladen, muss mit aller Vorsicht und Schonung gehandhabt werden, damit das gebrochene Glied gehörig gestützt werde, so lange es noch nicht durch einen provisorischen Verband gesichert ist. In der Regel sind hiezu 3—4 Personen erforderlich: zwei derselben erheben den Rumpf, indem sie ihre Hände unter den Rücken und den Steiss des Verletzten legen, während letzterer selbst in halbsitzender Stellung mit beiden Armen den Nacken der Träger umfasst. Eine oder zwei weitere Personen ergreifen das gebrochene Bein ober- und unterhalb der Bruchstelle und üben in entgegengesetzter Richtung einen mässigen Zug aus. Soll der Verletzte nur eine kurze Strecke weit getragen werden, so ist es Regel, den Kranken wo möglich rückwärts zu tragen, weil dann der Zug unterhalb der Bruchstelle dadurch erleichtert wird, dass sich der daselbst angestellte Gehülfe gleichsam etwas nachziehen lässt. Das Niederlegen oder Aufladen des Verletzten soll über das Fussende der

Bahre oder des Bettes, nicht über eine der Längsseiten geschehen, weil sonst die Träger sich hiebei selbst im Wege stehen; der den Zug am Beine ausübende Gehülfe setzt denselben so lange fort, bis der Rumpf des Patienten niedergelegt ist.

Soll der Transport eine grössere Strecke weit stattfinden, so thut man am besten, sofort die Reposition der Fragmente vorzunehmen und einen geeigneten Contentivverband aus der Gruppe der Schienen- oder erhärtenden Verbände (s. u. Cap. III) anzulegen. Lassen sich jedoch die Hülfsmittel hiezu nicht beschaffen, so muss jedenfalls ein provisorischer oder Nothverband angelegt werden, um die Bruchstelle zu immobilisiren. Ein solcher lässt sich allerwärts improvisiren, indem man die verschiedenartigsten Gegenstände, welche gerade zur Hand sind, zur Schienung des Gliedes verwendet, z. B. Latten, Bretter, Kistendeckel, Dachschindeln, ferner Bündel und Matten aus zusammengebundenen Zweigen, Binsen oder Strohhalmen. Dieselben werden zu beiden Seiten des Gliedes in der Art angelegt, dass sie die Bruchstelle hinreichend weit überragen und mittelst Binden, Tüchern, Stricken, Riemen oder Gurten befestigt. Um jedoch die Haut vor jedem schädlichen Drucke zu bewahren, müssen die Schienen mit beliebigen weichen und elastischen Stoffen gepolstert werden, wie z. B. mit Watte, Wolle, Werg, Heu, Moos oder mit Tüchern oder kleinen Kissen und Säckchen, welche mit Spreu, Kleie, Federn, Sägespänen oder Sand gefüllt sind. Ein leicht zu improvisirender Verband ist auch der mit sogenannten Strohladen, indem man zwei zusammengebundene Strohbündel in die beiden Enden eines Tuches, das mit seiner Mitte unter das gebrochene Glied geschoben ist, so weit einwickelt, dass sich die beiden Strohbündel an die beiden Seiten des Gliedes anlegen; sie werden schliesslich mit Tüchern, Stricken etc. festgebunden.

Für den Transport bei Fracturen des Oberschenkels hat Esmarch einen Tragbahren-Extensionsverband angegeben, der sich leicht improvisiren lässt und eine Distraktion der Fragmente bewirkt. Zuerst wird mit Heftpflaster- oder nassen Bindenstreifen in der später (§. 232) zu beschreibenden Weise ein Extensionsbrettchen unter der Fusssohle des gebrochenen Gliedes befestigt und mittelst eines Gummischlauches oder elastischen Hosenträgers gegen das Fussende der Tragbahre, auf welcher der Verletzte liegt, angespannt. Als Contraextensionsgürtel dient ein zusammengelegtes Tuch, dessen Enden gleichfalls mittelst eines Gummischlauches gegen das Kopfende der Tragbahre angespannt werden.

Zum Transporte selbst kommen die verschiedenartigsten Transportmittel oder Vehikel in Anwendung. Ist die zurückzulegende Strecke nicht zu gross, so ist die schonendste Art der Beförderung die in Tragbahren, Tragkörben oder Tragbetten, welche von Trägern in Bewegung gesetzt werden. Sind solche nicht zur Hand, so benutzt man im Nothfalle Bettrahmen, Bretter, Thüren oder Leitern, oder man improvisirt eine Tragbahre in der Weise, dass man zwei Latten oder Stangen durch ein an denselben festgenageltes grosses Tuch verbindet und etwa noch durch zwei mit Löchern versehene Querhölzer auseinandergespannt hält. Beim Tragen der Bahre ist darauf zu achten, dass das Fussende sich niemals tiefer als das Kopfende befindet, weil hiedurch eine Uebereinanderschiebung der Fragmente begünstigt wird;

beim Hinaufsteigen einer Treppe etc. muss also das Fussende vorangetragen werden.

Zu länger dauernden Transporten bedient man sich der verschiedenen Arten von Wagen, wie sie eben im einzelnen Falle zu beschaffen sind. Natürlich sind die auf Federn ruhenden Wagen wegen der geringeren Erschütterung vorzuziehen, und es muss daher bei Leiterwagen durch reichliche untergelegte Bettstücke, Heu, Stroh etc. die Erschütterung abgeschwächt werden. Sehr schonend ist endlich der Transport zu Wasser mittelst eines Kahnes, sowie der mittelst der Eisenbahn, wenn der Verletzte auf einer Matratze oder in einem Tragkorbe auf den Boden eines Gepäckwagens gelegt wird. (Man vergleiche auch die verschiedenen Einrichtungen in den Transport- oder Sanitätswagen im Felde, sowie in den sogenannten Sanitätseisenbahnzügen in dem Abschnitte dieses Werkes über Kriegschirurgie.)

§. 185. Ist der Verletzte an Ort und Stelle angelangt, so folgt die Entkleidung und Lagerung desselben. Beim Entkleiden ist die grösste Vorsicht anzuwenden, um schmerzhafte Bewegungen an der Bruchstelle zu vermeiden. Desshalb müssen von dem gebrochenen Gliede selbst die Kleidungsstücke häufig durch Aufschneiden oder Auftrennen der Nähte entfernt werden; namentlich enge oder durch Anschwellung des Fusses eng gewordene Stiefel sollen bei Brüchen der untern Extremität, um jede Zerrung am Gliede zu vermeiden, mit einem Messer oder einer starken Scheere aufgeschnitten werden.

Von grösster Wichtigkeit ist die Sorge für eine zweckmässige Lagerung des Verletzten in allen Fällen, in denen ein wochenlanges Krankenlager bevorsteht, also fast bei allen Brüchen an der untern Extremität, sowie des Beckens und der Wirbelsäule. Hiezu gehört zuerst die Beschaffung eines geeigneten Bettes. Glücklicher Weise sind die Zeiten vorüber, in denen man sich in der Construktion und Anwendung möglichst complicirter eigener „Beinbruchbetten" gefiel, die besondere Vorrichtungen zu verschiedenen Arten der Lagerung sowohl des ganzen Körpers als auch des gebrochenen Gliedes enthielten [1]). Heutzutage benutzt man bekanntlich selbst in den Hospitälern nur die gewöhnlichen Betten, welche schon von vornherein den nöthigen Bedingungen entsprechen, so dass man nur hie und da in Privatwohnungen genöthigt ist, eine geeignete Lagerstätte vorzuschreiben und vorzubereiten. Die Betten sollen nicht zu breit und nicht zu nieder sein sowie von allen Seiten leicht zugänglich aufgestellt werden. Am zweckmässigsten ist eine feste Rosshaarmatratze und dergleichen Keilkissen, oder in Ermangelung derselben eine Seegrasmatratze oder ein gut und gleichmässig gestopfter Strohsack, während Federbetten als Unterlagen ganz zu verwerfen sind, da das gebrochene Glied leicht in dieselben einsinkt und so eine Dislokation an der Bruchstelle erleidet. In Hospitälern empfehlen sich besonders dreitheilige Matratzen, bei denen das Mittelstück nochmals der Länge nach getheilt sein kann. Ueber dem Bette ist eine Vorrichtung an-

---

[1]) Eine Aufzählung solcher „Beinbruchbetten" findet sich bei Gurlt (S. 389), Abbildungen derselben bei Richter (Lehre von den Brüchen und Verrenkungen der Knochen. Mit 40 Foliotafeln. Berlin 1828) und Behrend (Ikonograph. Darstellung der Beinbrüche und Verrenkungen. Leipzig 1845).

zubringen, an der sich der Patient etwas aufrichten und emporheben kann, um namentlich das Unterschieben von Stechbecken zu erleichtern. Hiezu dient ein Querholz an einem Stricke, der an der Zimmerdecke oder an einem galgenartigen Gestelle oder nöthigenfalls am Fussende des Bettes selbst befestigt ist. Ferner wird unter die Fusssohle des gesunden Beines ein dicker glatter Holzklotz, ein Kistchen oder Schemel geschoben, gegen den sich der Fuss anstemmt, damit das Herabrutschen im Bette verhindert wird, und zugleich die Fusssohle der verletzten Seite stets eine Strecke weit vom Fussende des Bettes entfernt bleibt. Endlich ist noch daran zu erinnern, dass namentlich bei heruntergekommenen und alten Personen von vornherein alle Vorkehrungen gegen die Entstehung eines Decubitus getroffen, also sofort Luft- oder Wasserkissen oder auch ganze derartige Matratzen als Unterlagen verwendet werden müssen, welche insbesondere bei den Brüchen der Wirbelsäule mit Lähmung der untern Extremität und Sphinkteren von grösstem Nutzen sind.

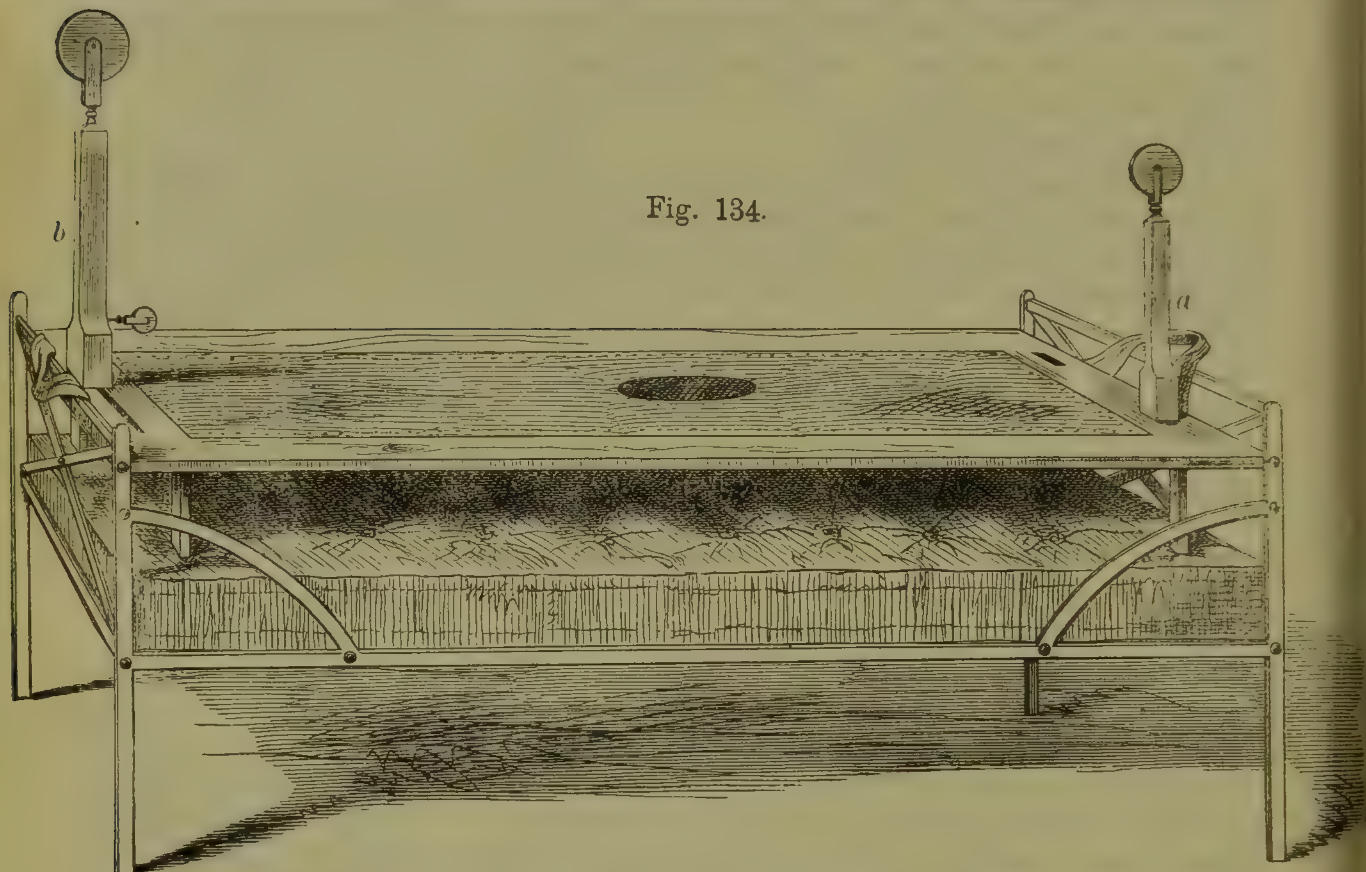
Die angegebenen Vorkehrungen genügen in den allermeisten Fällen vollkommen zu einer möglichst günstigen Lagerung des Verletzten. Nur in bestimmten Fällen, wie bei den Fracturen der Wirbelsäule und des Beckens, bei Schenkelhalsbrüchen alter und zumal sehr schwerer und unbeholfener Leute bedient man sich mit Vortheil besonderer Vorrichtungen, welche es gestatten, den Kranken mit Leichtigkeit emporzuheben, ohne ihn anzufassen und schmerzhaften und nachtheiligen Bewegungen auszusetzen. Die Lüftung des Bettes, der Wechsel der Unterlagen, das Unterschieben des Stechbeckens bei der Defäkation, das Umbetten aus einem Bette in das andere und selbst der Transport in's Freie lässt sich dann leicht und rasch bewerkstelligen. Unter den zu diesem Zwecke angegebenen sogenannten „Krankenhebern“ ist wohl der Hamilton-Volkmann'sche Heberahmen der einfachste und zweckmässigste (Fig. 134).

Er besteht aus einem starken Holzrahmen, der etwas kleiner als das Bett im Lichten ist, so dass er beim Heben und Niederlassen freien Spielraum hat. Der Rahmen ist mit Segeltuch bespannt, in welchem sich entsprechend der Aftergegend ein mit weichem Wildleder eingefasstes Loch, das Defäkationsloch, befindet, das den Exkrementen den Durchtritt gestattet und bei Erwachsenen 9 Zoll im Durchmesser hat. Die Leinwand darf in den Rahmen nicht zu fest eingespannt sein, damit sie sich nach dem Niederlegen des Rahmens genau an die Matratze des Bettes anpasst. Der Rahmen ist an dem Kopf- und Fussende mit starken Gurtenschlaufen versehen, welche das Emporheben und Niederlegen ohne die geringste Erschütterung gestatten. An den beiden Enden sind überdiess einklappbare, durch Drahthaken festzustellende Holzfüsse vorhanden, welche am Fussende 9, am Kopfende 12 Zoll lang sind und zum Aufstellen des Rahmens auf die Matratze oder auf den Boden dienen. Endlich sind noch Rollenträger an dem Rahmen angebracht, um die etwa benützte Gewichtsextension selbst beim Transport des Kranken in's Freie keinen Augenblick zu unterbrechen.

§. 186. Ist der Kranke auf sein Lager gebracht, so hat man zuweilen, ehe die Mittel zum eigentlichen Bruchverbande beigeschafft sind, für eine sichere und bequeme provisorische Lagerung des verletzten Gliedes zu sorgen. Am einfachsten lässt sich dieselbe dadurch improvisiren, dass man das Glied unmittelbar auf Spreukissen lagert, welche mässig fest gefüllt sind, so dass ihr Inhalt sich der Form des Gliedes genau anpasst. Zur weiteren Unterstützung dienen lange,

schmale, mässig fest gefüllte Sandsäcke, welche zu beiden Seiten der Extremität in deren ganzer Länge angelegt und mittelst Tüchern oder Bindenstreifen angedrückt werden; sie verhüten in sicherer Weise durch ihre Schwere die Seitenbewegungen und bei Brüchen der Unterextremität auch das Auswärtsfallen des Beines. Um das Hinabsinken des Fusses in Plantarflexionsstellung zu verhüten, welche stets mit einer nachtheiligen Spannung an der Dorsalfläche der Fussgelenksgegend verbunden ist, darf man nicht unterlassen, mittelst eines Steigbügels den Fuss in rechtwinkliger Stellung zum Unterschenkel zu fixiren. Man benutzt hiezu einen Bindenstreifen, welcher zuerst mit seiner Mitte dicht hinter der Basis der Zehen auf den Fussrücken aufgelegt wird; die beiden Enden werden sich kreuzend unter der Fusssohle hindurch

Fig. 134.



Hamilton's Heberahmen mit Extensionsvorrichtung nach Volkmann[1]).

wieder nach dem Fussrücken und von hier nochmals sich kreuzend nach den beiden seitlichen Sandsäcken geführt, an denen man sie in der erforderlichen Spannung mit Nadeln befestigt. Oder man applicirt ein kleines, nach der Form der Sohle geschnittenes Holzbrettchen, welches oben und unten je zwei parallele Schlitze besitzt; durch diese letzteren werden Bindenstreifen hindurchgezogen und mit ihren Enden an den Sandsäcken befestigt, welche das Fussbrettchen in passender Neigung erhalten. Schliesslich ist es räthlich, um die Berührung und den Druck der Decke von dem verletzten Beine abzuhalten, eine sogenannte Reifenbahre, nöthigenfalls einen hohen Schemel über dasselbe zu setzen. Bei Brüchen der obern Extremität genügt zur provisorischen Unterstützung meist eine einfache Mitella, im Bette ein Spreukissen oder ein Stromeyer'sches Armkissen (s. u. Fig. 135).

---

[1]) Pitha-Billroth, Handbuch der Chirurgie. II. Bd., 2. Abthlg., S. 798.

Cap. II.

Die Reposition oder Einrichtung des Bruches.

Die eigentliche Behandlung des Knochenbruches beginnt mit der Einrichtung, Reposition oder Reduktion der Fractur. Man versteht hierunter die Wiederherstellung des normalen Lageverhältnisses der Fragmente, welche durch kunstgemässe mechanische Einwirkung herbeigeführt wird.

Selbstverständlich setzt dieser Akt das Vorhandensein einer Dislokation der Fragmente voraus. Sind dagegen die Bruchstücke in unmittelbarer Berührung und normaler Lage zu einander geblieben, so gilt es blos, letztere zu erhalten, d. h. den Fracturverband anzulegen.

§. 187. Die erste Frage betrifft den Zeitpunkt, in welchem die Reposition am zweckmässigsten auszuführen ist.

Die allgemeine Regel ist die, dass sie so frühzeitig als möglich vorzunehmen ist. Dies gilt unbedingt für alle frischen Fracturen, bei denen noch keine lebhaftere entzündliche Reaktion an der Bruchstelle eingetreten ist. Denn die Reposition ist dann mit dem geringsten Kraftaufwande und am vollkommensten auszuführen und verhindert zugleich am besten das Auftreten einer übermässigen Reaktion an der Bruchstelle, so dass unter diesen Umständen auch die Schmerzen und Beschwerden des Patienten die geringsten sind. Aber auch später, wenn die erste Zeit zur Reposition versäumt ist, kann und soll sie möglichst bald, zu jeder Zeit, an jedem Tage vorgenommen werden.

Dieser heutzutage von den meisten Chirurgen, wenigstens in Deutschland, acceptirte Grundsatz widerspricht zwar der von Alters her (Hippokrates) überlieferten Vorschrift, die Reposition entweder auf frischer That oder aber erst nach dem 7. Tage auszuführen, während sie in der Zwischenzeit wegen des Bestehens von Muskelkrämpfen und der akuten Bruchgeschwulst contraindicirt sei [1]). („Zu einer Verrenkung kann der Arzt nicht früh genug, zu einem Knochenbruch nicht spät genug kommen.“ Rust.) Allein es ist leicht zu beweisen, dass die stärkere Entzündungsgeschwulst nicht blos kein Grund gegen die Reposition ist, sondern vielmehr nur durch letztere beseitigt werden kann, da gerade die in die benachbarten Weichtheile dislocirten Fragmente eine intensive entzündliche Reizung verursachen. Je lebhafter also diese Erscheinungen sind, um so dringender erweist sich die Nothwendigkeit einer baldigen Reposition. Dasselbe gilt für die Muskelkrämpfe, welche vielfach durch Anspiessung einzelner Muskeln von Seiten spitzer Bruchenden unterhalten werden und nach der Reposition verschwinden; ein Hinderniss für die Ausführung der Reposition

---

[1]) Auch in der neuesten französischen Bearbeitung des Gegenstandes (Diction. encycloped. des scienc. méd. Art. Fractures) wird dieser Grundsatz noch vollständig aufrecht erhalten und gerathen, in der Zwischenzeit die entzündliche Reaktion und Muskelkrämpfe durch Blutegel, Salbeneinreibung und Kataplasmen zu bekämpfen.

geben sie ja ohnehin bei Anwendung der Narkose nicht ab. Nur dann ist es zulässig, die Reposition zu verschieben, wenn man nicht im Stande ist, sofort auch die Retention der Fragmente durch geeignete Lagerung oder einen regelrechten Verband zu bewerkstelligen, falls dieselbe durch äussere Gründe verhindert wird.

§. 188. Die bei der Reposition in Anwendung kommenden Manöver lassen sich in allen denjenigen Fällen leicht ausführen, in denen sich die beiden Fragmente mit beiden Händen umfassen lassen. Sie bestehen bei den Fracturen der langen Röhrenknochen in der Regel in Zug und Gegenzug unter- und oberhalb der Bruchstelle, sowie in gleichzeitigem direktem Fingerdruck auf die Bruchenden, also in Extension, Contraextension und Coaptation.

Der Ausführung dieser Manöver gehen gewisse Vorbereitungen voraus. Da unmittelbar nach der Reposition der Bruchverband angelegt werden soll, ist alles zu demselben Erforderliche bereit zu stellen, und auch gleich von vornherein dem Kranken und dem gebrochenen Gliede diejenige Stellung zu geben, in welcher der Verband applicirt wird, damit nicht durch einen nachträglichen Wechsel der Stellung von Neuem sich Dislokation einstellt. Man bringt also in der Regel bei Fracturen der oberen Extremitäten den Oberarm in leichte Abduktion, den Vorderarm in rechtwinkelige Flexion, bei Fracturen der unteren Extremitäten meist das ganze Bein in gestreckte Stellung, und nur in gewissen Fällen bedient man sich der Flexion in Hüfte und Knie. Ist zu erwarten, dass die Reposition grössere Gewalt verlangt und daher sehr schmerzhaft sein wird, so wird der Kranke vorher bis zur vollständigen Muskelerschlaffung narkotisirt.

Man verfährt bei der Reposition in der Regel folgendermassen. Ein Gehülfe umfasst das gebrochene Glied an seiner Wurzel mit beiden Händen und fixirt dasselbe (Contraextension), indem er mehr die Aufgabe hat, nur passiven Widerstand auszuüben, als selbst durch Zug zu wirken. Ein zweiter Gehülfe übernimmt am peripheren Ende die Extension, indem er anfangs in der vorhandenen fehlerhaften Richtung anzieht und dann allmälig, unter langsamer und stetiger Steigerung des Zuges, in die normale Richtung übergeht. Während dessen überwacht der Chirurg selbst die Bruchstelle mit beiden Händen, um die Bruchenden, sobald sie durch den Zug der Gehülfen in gleicher Höhe angelangt sind, durch direkten Fingerdruck in ihre normale Lage zu einander zurückzuführen (Coaptation). Es wird also durch die Extension und Contraextension hauptsächlich nur auf die Uebereinanderschiebung der Fragmente in der Längsrichtung sowie auf die Achsenknickung eingewirkt, während die Coaptation die seitliche Verschiebung ausgleicht. Etwaige Dislokation nach der Peripherie wird durch Rotation am peripheren Ende corrigirt.

Was die Angriffspunkte für die Extension und Contraextension betrifft, so sollen dieselben weder in unmittelbarer Nähe der Bruchstelle gewählt werden, da sonst die ohnehin verletzten Weichtheile einer neuen Quetschung ausgesetzt werden, noch auch in allzu grosser Entfernung von derselben. Jedenfalls aber erscheinen die früheren vielfachen Controversen darüber, ob die Distraktion nur an dem gebrochenen Knochen selbst oder auch an den anstossenden Abschnitten

des Gliedes auszuführen sei, als ein recht müssiger Streit. Denn bei manchen Fracturen, z. B. in der Nähe der Gelenkenden, bietet der gebrochene Knochen selbst nicht einmal hinreichenden Raum zur Applikation des Zuges, und überdiess unterliegt es nicht dem geringsten Bedenken, jenseits der Gelenkverbindung des gebrochenen Knochens die Extension und Contraextension einwirken zu lassen, wie ja auch öfters kräftige Bewegungen im Gelenke nach bestimmten Richtungen erforderlich sind. Nur wählt man natürlich solche Stellen als Angriffspunkte, an denen man mit den Händen einen genügenden Widerhalt findet, wie an den Gelenkknorren. Beispielsweise findet bei den Brüchen des Oberarmes je nach dem höheren oder tieferen Sitze des Bruches der Zug an den Condylen oder an dem rechtwinkelig flektirten Vorderarme, der Gegenzug am chirurgischen Halse oder an dem Schulterblatt statt.

Der Grad des zur Reposition erforderlichen Kraftaufwandes ist nicht nur bei den Brüchen der verschiedenen Knochen, sondern auch in den einzelnen Fällen von Brüchen eines und desselben Knochens ausserordentlich wechselnd, indem sowohl das Alter des Verletzten, als auch die Form des Bruches und namentlich die seit der Entstehung desselben verflossene Zeitdauer von grösstem Einflusse ist. So bedarf es nur einer ganz geringen Kraft bei den Brüchen ganz dünner Knochen, z. B. der Phalangenknochen, sowie den Brüchen bei ganz kleinen Kindern, so dass der Chirurg allein mit beiden Händen die Reposition ausführen kann. Bei Brüchen grösserer Knochen, wie des Vorderarmes, genügt ein Gehülfe, bei denen der grossen Knochen, namentlich des Unter- und Oberschenkels, thut man gut, zwei Gehülfen für die Extension und Contraextension anzustellen.

Die Händekraft der Gehülfen (manuelle Reposition) reicht für alle Fälle aus — nach den Angaben von Malgaigne entwickelt ein starker Mann eine Zugkraft von 30—40, beim Anstemmen von 50 bis 60, bei plötzlichem Rucke sogar 90 und mehr Kilogramm —, so dass namentlich bei Benützung der Narkose die früher behufs stärkerer Kraftentwicklung verwendeten Streckapparate und Maschinen völlig überflüssig geworden sind. Unter denselben ist der Flaschenzug sowie der von Mennel[1]) und Schneider[2]) (ursprünglich zur Reduktion der Oberarmluxation) angegebene Apparat der bekannteste. (Er besteht aus einem starken hölzernen Rahmen, der über eine Bettstelle gestellt werden kann und an der einen Seite den Contraextensionsgurt, an der anderen eine Kurbel zur Ausübung der Extension enthält.) Nur bei Oberschenkelfracturen mit starker Verkürzung, zumal im vorgerückteren Heilungsstadium, bei denen unmittelbar mit der Reposition die Anlegung eines Gypsverbandes verbunden werden soll, bedient man sich mit grossem Vortheile einer besonderen Extensionsvorrichtung, welche gestattet, einen beliebig starken, sich gleichbleibenden Zug an dem Gliede auszuüben und dasselbe hiebei doch frei von allen Seiten umgehen und in den Verband einschliessen zu können. Denn da der Zug continuirlich bis zum Erstarren des Gypsverbandes

---

[1]) Mennel, Beschreibung einer neuen Maschine zur Einrichtung des verrenkten Oberarmes. Loder's Journ. für Chirurgie etc. 1800, 3. Bd., S. 278.
[2]) Ebendaselbst 1801, S. 464.

unterhalten werden muss, so reicht hiezu die Händekraft nicht aus, vielmehr lässt der Zug in Folge der Ermüdung der Gehülfen bald nach oder wird bei zeitweiser Ablösung derselben unstet. (Das Nähere über diese Extensionsvorrichtung s. u. §. 229.)

Das bisher als Normalverfahren geschilderte Manöver der Coaptation bei gleichzeitiger Distraktion eignet sich übrigens nur für die grosse Mehrzahl der Brüche der Extremitätenknochen, welche die angegebenen Arten der Dislokation aufweisen. Eine Ausnahme in dieser Beziehung machen namentlich die Brüche mit Entfernung der Fragmente von einander in der Längsrichtung, wie die des Olekranon und der Patella, bei denen die Bruchstücke vielmehr einander genähert werden müssen. Letzteres erreicht man am sichersten dadurch, dass man diejenigen Muskeln, welche sich an den Fragmenten ansetzen, durch bestimmte Stellungen der Gelenke, d. h. durch Annäherung ihrer Insertionspunkte erschlafft. Ebenso lassen sich in anderen Fällen, in denen man die Bruchstücke nicht mit der Hand umfassen kann, letztere nur dadurch einander gegenüberstellen, dass man der Extremität eine bestimmte Stellung gibt, wie bei den Brüchen des Schlüsselbeines, welche sich nur durch Ueberführung des Oberarmes und der Schulter in eine geeignete Stellung reponiren lassen. Ferner ist auch bei der Dislocatio ad latus und ad peripheriam kein Zug, sondern nur seitliche Verschiebung, beziehungsweise Rotation in entgegengesetzter Richtung erforderlich.

Auch bei den meisten Fracturen der Rumpf- und Gesichtsknochen ist eine eigentliche Distraktion nicht zulässig, sondern es findet nur Coaptation statt, indem durch direkten Fingerdruck von allen zugänglichen Seiten her sowie durch bestimmte Stellung und Lagerung des Körpertheiles die Reposition angestrebt wird.

Endlich kommen noch bei manchen Brüchen und zwar solcher Knochen, welche Eingeweidehöhlen einschliessen, operative Eingriffe behufs der Reposition in Frage. Es sind das gewisse Fracturen des Schädels, des Brustbeines oder der Wirbel, bei denen Fragmente in die Eingeweidehöhlen hinein dislocirt sind und nur mittelst eingesetzter Haken oder eingebohrter Schrauben oder mittelst Trepanation aufgerichtet, beziehungsweise entfernt werden können.

§. 189. Das Gelungensein der Reposition erkennt man daran, dass die normale Länge und Form des Gliedes wiederhergestellt ist. Man überzeugt sich hievon durch die genaueste Betastung und Vergleichung mit der gesunden Seite, nöthigenfalls durch sorgfältige Messung, welche in derselben Weise angestellt wird, wie es früher bei der Diagnose der Fracturen erörtert wurde. Natürlich können sich hiebei aber auch dieselben Schwierigkeiten und Hindernisse in den Weg stellen, wie bei der diagnostischen Untersuchung, so dass es keineswegs immer gelingt, sich von der vollständigen Beseitigung der Dislokation sicher zu überzeugen. Zuweilen wird in demselben Momente, in welchem die Reposition gelingt, ein fühlbarer Ruck mit deutlichem Crepitationsgeräusche wahrgenommen.

§. 190. Schliesslich erübrigt es noch, die mancherlei Schwierigkeiten und Hindernisse der Reposition zu erwähnen, welche zum

grössten Theil nur unvollständig, zum Theil gar nicht zu beseitigen sind.

Sehen wir ab von der Spannung der Muskeln, welche durch die Narkose so vollständig zu beseitigen ist, dass mit Hülfe derselben die Reposition frischer Fracturen in der Regel ohne grosse Gewalt gelingt, so sind die wichtigsten Hindernisse kurz folgende:

1) Erhebliche Dislokation kleiner Fragmente, welche zur Insertion kräftiger Muskeln dienen, z. B. bei Querbruch der Patella und des Olekranon, Bruch des Process. post. calcan., des Process. coracoid. der Scapula und Ulna. Das kleine abgerissene Fragment lässt sich zuweilen schwer oder gar nicht (Proc. coracoid. ulnae) mit den Fingern fixiren und nur bei völliger Erschlaffung des betreffenden Muskels oder der Muskelgruppe mit dem andern Fragmente in Berührung bringen.

2) Ungenügende Zugänglichkeit eines oder beider Fragmente für die manuelle Einwirkung, wie bei den intrakapsulären Brüchen des Schenkelhalses, manchen Brüchen der Gesichts- und Rumpfknochen (Wirbelkörper, Brustbein, Beckenknochen). Bei letzteren sind die vorhandenen Dislokationen theils nur sehr unvollständig, theils gar nicht zu corrigiren.

3) Interposition von Weichtheilen, namentlich Muskeln, Sehnen, Fascien zwischen die Bruchenden. Die Beseitigung dieses Hindernisses wie auch schon die Diagnose desselben (s. §. 126) ist schwierig, hie und da unmöglich. Man versucht durch starke Distraktion, eventuell auch Rotation der Fragmente sowie durch Streichen und Drücken mit den Fingern die eingeklemmten Theile zu befreien, im Nothfall auch dieselben mit dem Tenotom ein- und durchzuschneiden.

4) Anspiessung der umgebenden Weichtheile oder äusseren Haut durch ein spitzes Bruchende, wie sie namentlich bei den Fracturen des chirurgischen Halses des Humerus und den Brüchen der Diaphyse der Tibia beobachtet wird (s. o. S. 132). Man versucht gleichfalls durch entsprechende Bewegungen des Fragmentes und gleichzeitige Verschiebung der Haut und Weichtheile mit den Händen das hineingetriebene Fragment zu befreien oder im Nothfalle mittelst eines Tenotoms auf subkutanem Wege die Weichtheile abzuheben oder einzuschneiden.

5) Einkeilung der Bruchenden in einander, wie sie selten bei Diaphysenfracturen, häufiger bei Brüchen der Gelenkenden, namentlich des untern Endes des Radius, des Oberarm- und Schenkelhalses vorkommt (s. o. S. 143). Je nach der Art und Lokalität der Einkeilung ist es bald angezeigt, durch kräftige Traktionen, seitliche und Rotationsbewegungen die Einkeilung zu lösen, bald letztere unangetastet zu lassen, da sie für die knöcherne Consolidation der Bruchstücke die günstigsten Bedingungen darbietet, so dass dann die mit der Einkeilung verbundene Verkürzung mit in den Kauf genommen werden muss.

6) Zusammenpressung spongiöser Knochen in sich selbst bei dem sogenannten Compressionsbruche der Wirbel, des Calcaneus (s. o. §. 63). Die oft bedeutende Formveränderung des Knochens lässt sich durch keinerlei Repositionsmanöver ausgleichen.

7) Vorhandensein ungewöhnlich starker Bruchzacken, wobei es häufig nicht gelingt, die vorspringenden und einspringenden Winkel in einander zu passen.

8) Ausgedehnte Zersplitterung in zahlreiche grosse und kleine Fragmente, so dass die Bruchstelle auch nach Wiederherstellung der normalen Richtung des Gliedes keinen genügenden Halt besitzt.

9) Complikation der Fractur eines Gelenkendes mit Luxation desselben, wie z. B. Bruch des Oberarmhalses mit gleichzeitiger Luxation des Kopffragmentes (siehe das Nähere hierüber im speciellen Theile dieses Werkes).

Cap. III.

Der Verband oder die Retention des Bruches.

§. 191. Nach vollendeter Reposition besteht die weitere Aufgabe in der Retention des Bruches, d. h. man hat dafür zu sorgen, dass die Bruchstücke in der wiederhergestellten normalen Lage und in genauer Berührung unbeweglich fest gehalten werden, bis ihre knöcherne Wiedervereinigung sich vollzogen hat.

Zur Erfüllung dieser Aufgabe kommen dreierlei Verfahren in Anwendung, welche oft in der verschiedensten Weise combinirt werden, nämlich:

I. Anwendung von Verbänden, welche eine zweckmässige Lagerung des gebrochenen Körpertheiles bewirken (**Lagerungsverbände**).

II. Anwendung von Verbänden, welche die Bruchstücke einschliessen und zusammenhalten (**Contentivverbände**).

III. Anwendung von Verbänden, welche die Bruchstücke distrahiren (**Extensionsverbände**).

IV. Anwendung von Retentionsvorrichtungen, welche unmittelbar in die Bruchstücke selbst eingesenkt werden (**unmittelbare Retentionsapparate**).

Unter diese vier Gruppen lassen sich alle die zahlreichen Fracturverbände einreihen, welche von Alters her angegeben und unzählige Male modificirt und verbessert worden sind. Selbstverständlich kann es nicht in dem Zwecke dieser Arbeit liegen, eine möglichst vollständige Aufzählung derselben zu geben und ihre geschichtliche Entwicklung zu verfolgen. Vielmehr ist unsere Aufgabe die, die allgemeinen leitenden Gesichtspunkte bei der Behandlung festzustellen und von den einzelnen Verbänden nur diejenigen anzuführen und zu beschreiben, welche heutzutage als die einfachsten und zweckmässigsten allgemeine Anwendung verdienen. Glücklicherweise ist ja auch durch die Einführung der erhärtenden Verbände, speciell des Gypsverbandes, die Fracturbehandlung eine unendlich einfachere geworden, und die übergrosse Mehrzahl der älteren Verbände und Apparate als unnützer und überflüssiger Ballast bei Seite geschoben.

I. Lagerungsverbände.

§. 192. Die einfache passende Lagerung des gebrochenen Körpertheiles hat den Zweck, dem Einfluss der Muskeln und der Schwere des Körpertheiles sowie den äusseren Einwirkungen auf die Bruchenden, welche eine Verschiebung derselben herbeiführen können, entgegen zu wirken. Sie würde in solchen Fällen, in denen gar keine Neigung zur Verschiebung besteht, vollständig zur Retention genügen, wenn nicht der Kranke hiebei während der ganzen Heilungsdauer gezwungen wäre, den gebrochenen Körpertheil oder sogar den ganzen Körper in dauernder Ruhe zu erhalten.

Aus diesem Grunde kommt die einfache Lagerung nur in Anwendung: 1) als alleinige und definitive Methode bei denjenigen Brüchen, bei denen eine andere Art der Retention nicht ausführbar ist — und 2) als provisorisches Mittel, wenn der bleibende Verband nicht sofort zu beschaffen ist oder aus bestimmten Gründen vorläufig nicht angelegt werden kann.

In ersterer Beziehung, als einziges definitives Mittel zur Immobilisirung der Bruchstelle, dient eine passende ruhige Lagerung insbesondere bei den Brüchen der Rumpfknochen, also des Brustbeines, der Rippen, des Beckens und mancher Brüche der Wirbelsäule, bei denen keinerlei Contentivverband angelegt werden kann. In der Regel hat der Verletzte die ruhige Rückenlage einzuhalten; ausserdem kann es nothwendig werden, durch untergeschobene Polster und Kissen dem gebrochenen Körpertheile eine besondere Lagerung und Unterstützung zu gewähren oder auch wohl durch eine entsprechende Stellung der Extremitäten zum Rumpfe das Eintreten von Dislokationen zu verhüten. Die Ruhe muss in diesen Fällen eine möglichst absolute sein, und desshalb sind gerade hier die früher erwähnten Vorkehrungen zu treffen, um sowohl die unumgänglich nothwendigen Lokomotionen ohne Schaden vornehmen zu können, als auch dem drohenden Decubitus vorzubeugen (s. o. §. 185).

In der andern Hinsicht, als provisorisches Mittel zur Immobilisirung, dient eine zweckmässige Lagerung auch in manchen Fällen von frischen Extremitätenfracturen. Immerhin sind dieselben als Ausnahmsfälle zu betrachten. Denn es gilt als allgemeine Regel, wie wir später ausführen werden, den Verband, besonders den erhärtenden, möglichst frühzeitig anzulegen. Nur bei der Gegenwart gewisser Complikationen ist letzteres entschieden contraindicirt, und muss die Bruchstelle und unter Umständen die ganze Extremität der Besichtigung frei zugängig sein. Derartige Complikationen sind drohende Gangrän, umfangreiches und stark gespanntes Blutextravasat, drohende Perforation der Haut durch ein spitzes oberflächliches Bruchende, intensive Entzündung an der Bruchstelle. Man begnügt sich in derartigen Fällen mit einer sicheren Lagerung des Gliedes, um die weiteren Veränderungen an demselben genau beobachten zu können.

Die zur Lagerung bei Brüchen der Extremitäten geeigneten Vorrichtungen und Apparate lassen sich in folgende Gruppen zusammenfassen.

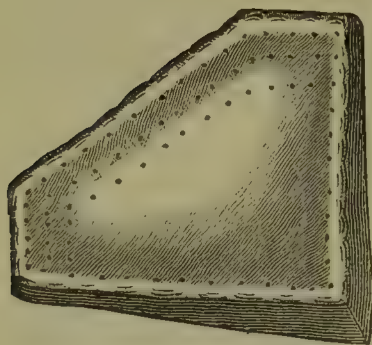
§. 193. 1) Kissen.

In der einfachsten Form bedient man sich der Spreu-, Häcksel-, Hirse- oder Sandkissen von verschiedener Grösse und Form, welche so unter das gebrochene Glied gelegt werden, dass sie sich demselben genau anschmiegen. Zu letzterm Zwecke darf die Füllung des Kissens nur eine mässig feste sein, damit es durch Verschiebung des Inhaltes die passende Form erhält. Bei den Sandkissen und Sandsäcken bewirkt dann die Schwere des Sandes, dass diese Form erhalten bleibt, wesshalb sich die länglichen wurstförmigen Sandsäcke besonders zu einer sichern Lagerung der untern Extremität eignen, indem sie zu beiden Seiten an das Glied fest angelegt werden (s. o. §. 186).

Zu demselben Zwecke dient das zweiklappige Spreukissen von Laurencet, welches so hergestellt wird, dass die Mitte eines entsprechend grossen Spreusackes in Form eines langgestreckten Dreieckes abgesteppt wird und bei der Füllung leer bleibt; auf diesen mittleren Theil kommt das Glied zu liegen, während die beiden gefüllten Seitenhälften sich erheben oder mittelst Bändern angedrückt werden. Das Kissen soll bei allen Extremitätenfracturen anwendbar sein.

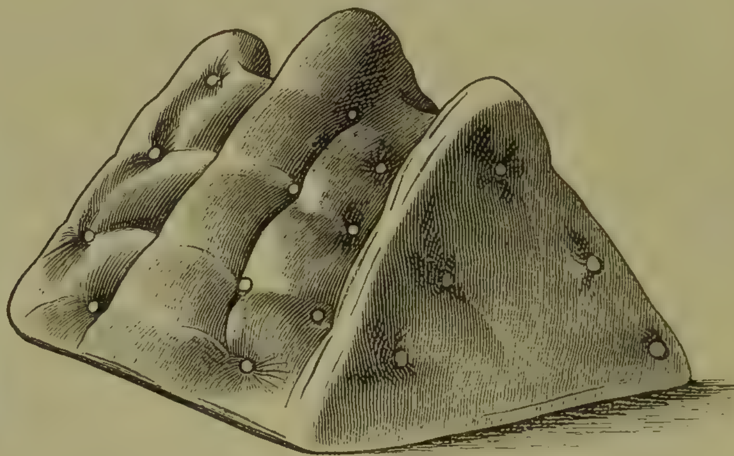
Ausserdem werden auch festgepolsterte Rosshaar- und Seegraskissen zur Lagerung benützt, welche eine bestimmte unveränderliche Form besitzen. Hieher gehört für Brüche der obern Extremität das Stromeyer'sche Armkissen und das Middeldorpf'sche Triangelkissen.

Fig. 135.



Stromeyer's Armkissen.

Fig. 136.



Keilkissen für die untere Extremität (Dumreicher).

Das Stromeyer'sche Kissen (Fig. 135) ist ein dreieckiges weichgepolstertes Rosshaarkissen mit abgestumpften Ecken. Die eine abgestumpfte Ecke wird in die Achselhöhle gelegt, der Arm in flektirter Stellung auf dem Kissen gelagert und sammt dem letztern durch eine Mitella fixirt. Es sichert die ruhige Lage des Armes und hindert die Fortpflanzung der Athembewegungen auf die Bruchstelle.

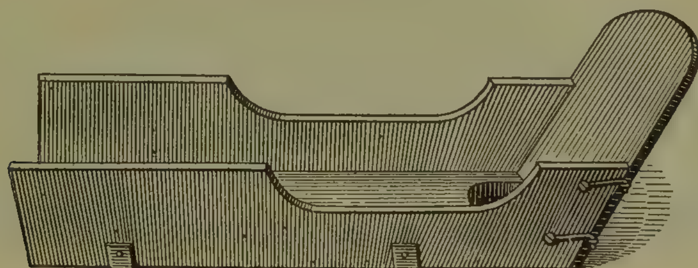
Das Middeldorpf'sche Triangelkissen ist ein dreieckiges Keilkissen, dessen längste Schmalseite am Rumpfe durch Gurten oder Tücher befestigt wird, während der in stumpfem Winkel flektirte Arm auf den beiden kurzen Schmalseiten gelagert und festgebunden wird. Das Kissen passt für Fracturen des obern Endes des Oberarmes mit hartnäckiger Abduktionsstellung des obern Fragmentes, da es den ganzen Oberarm in Abduktion fixirt.

Zur Lagerung der unteren Extremitäten sind grosse keilförmige Polsterkissen nach Art einer doppelten schiefen Ebene (s. u. §. 195) angegeben (Böttcher, Paul, Dumreicher) und namentlich bei Brüchen des Oberschenkels, speciell des Schenkelhalses in Verwendung gekommen. Die vorstehende Abbildung (Fig. 136) gibt ein solches Kissen nach Dumreicher's Angabe wieder.

§. 194. 2) Laden oder Beinladen.

Die fast nur zur Lagerung von Unterschenkelbrüchen verwendeten Beinladen stellen in ihrer einfachsten und ältesten Form längliche, viereckige, oben offene Kasten dar von entsprechender Länge und Breite, um das Bein bis zum Knie bequem darin zu lagern und durch Spreukissen etc. zu fixiren (Fig. 137).

Fig. 137.

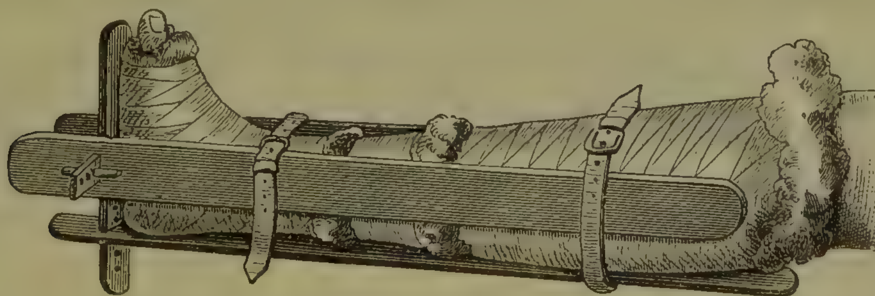


Einfachstes Modell einer Beinlade.

Das Fussbrett und die beiden Seitenwände sind durch Charniere mit dem Boden der Lade beweglich verbunden, so dass sie heruntergeklappt werden können, um das Glied unangetastet von allen Seiten zu besichtigen. Am Fussende des Bodens ist ein Ausschnitt zum Schutze der Ferse gegen Druck vorhanden.

Die in neuerer Zeit von Scheuer angegebene Lade (Fig. 138) besitzt den Vortheil, dass sie rasch und einfach aus einigen Holzlatten hergestellt werden kann.

Fig. 138.

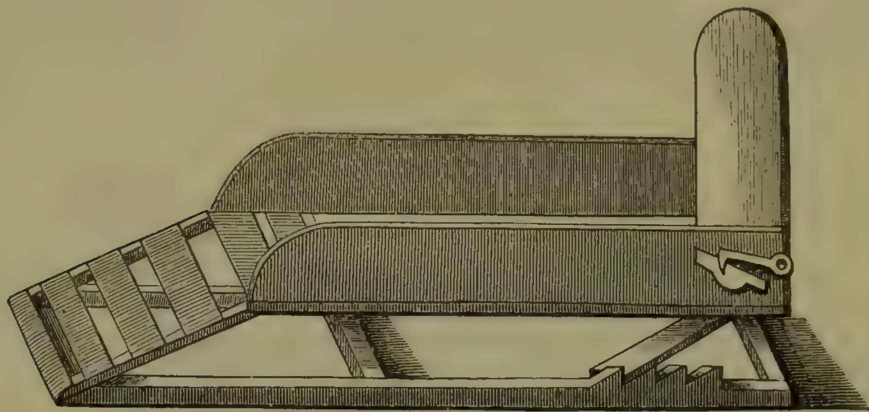


Scheuer's Beinlade.

Am bekanntesten und noch heute in manchen Hospitälern gebräuchlich ist die Beinlade von Petit, welche von Heister in Deutschland eingeführt wurde (Fig. 139). Dieselbe ist im Vergleiche zu jenem ursprünglichen einfachen Kasten dadurch verbessert, dass unter der Lade ein Gestell zum Hoch- und Niederstellen derselben angebracht sowie eine Unterlage für den Oberschenkel hinzugefügt ist, welche

letztere einen stumpfen Winkel mit dem Boden der Lade bildet. Das Bein wird zunächst auf einem untergelegten Kissen gelagert und dann mittelst der beweglichen Seitenklappen zwischen zwei Spreukissen fixirt; zwischen die Fusssohle und das Fussbrett wird ein weiteres Spreukissen gelegt, welches gleichfalls den Zwischenraum vollkommen ausfüllt. Mittelst der beweglichen Stützen kann die Lagerung so ausgeführt werden, dass der Fuss höher liegt als das Knie und dieses wieder höher als die Hüfte, damit der venöse Rückfluss des Blutes

Fig. 139.



Petit's Beinlade. Nach der Originalzeichnung[1]).

frei stattfinden kann (Planum inclinatum). Auch lässt sich die Winkelstellung des Kniegelenkes beliebig in der Art verändern, dass der Apparat zugleich als Planum inclinatum duplex dient (s. u. §. 195).

Die Beinladen sind durch die bequemeren Drahtrinnen und Drahthosen (s. §. 197) grösstentheils verdrängt.

§. 195. 3) Die einfach und doppelt geneigte Ebene (Planum inclinatum simplex und duplex).

An Stelle der horizontalen und gestreckten Lagerung der untern Extremität empfiehlt sich zuweilen die in geneigter und flektirter Stellung.

Die einfach geneigte Ebene dient zur Erhebung des peripheren Endes der Extremität, um den venösen Rückfluss zu befördern. Sie ist in allen Fällen von ödematöser Anschwellung anzuwenden und leistet stets vortreffliche Dienste. Man stellt die erhöhte Lage am einfachsten durch Unterlegen von Kissen oder Unterschieben eines schräg ansteigenden Brettes her.

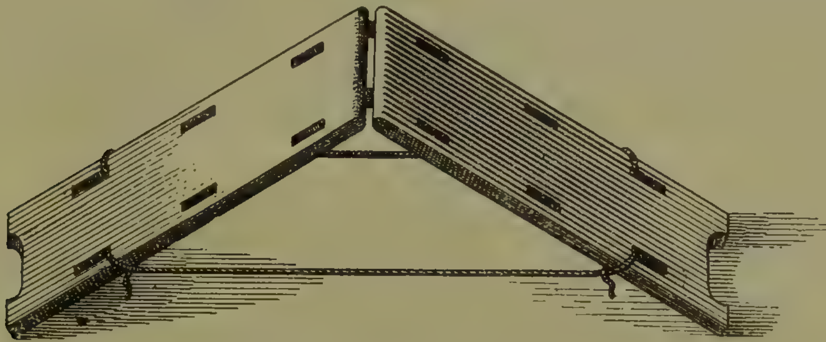
Die doppelt geneigte Ebene dient zur Lagerung in halb gebeugter Stellung und findet fast ausschliesslich bei Brüchen des Oberschenkels Anwendung. Die Halbbeugung, d. h. die Mittelstellung zwischen Flexion und Extension in Hüft- und Kniegelenk bezweckt, durch Erschlaffung der Muskeln die Verschiebung der Bruchenden sowie Cirkulationsstörungen zu vermeiden und dem Kranken zugleich eine

---

1) Petit, Maladies des os. Nouvelle édition par Louis. Paris 1789, T. II. p. 221.

bequemere Lage zu gewähren als bei vollkommen gestreckter Position der Gelenke. Bei vorhandener Verkürzung durch Uebereinanderschiebung der Fragmente kann gleichzeitig das Planum inclinatum duplex eine Distraktion der Bruchstücke bewirken, wenn der für den Oberschenkel bestimmte Theil der Ebene diesen selbst an Länge übertrifft, indem das Körpergewicht die Extension am obern Fragmente des Oberschenkels besorgt und die Contraextension am obern Ende des Unterschenkels stattfindet.

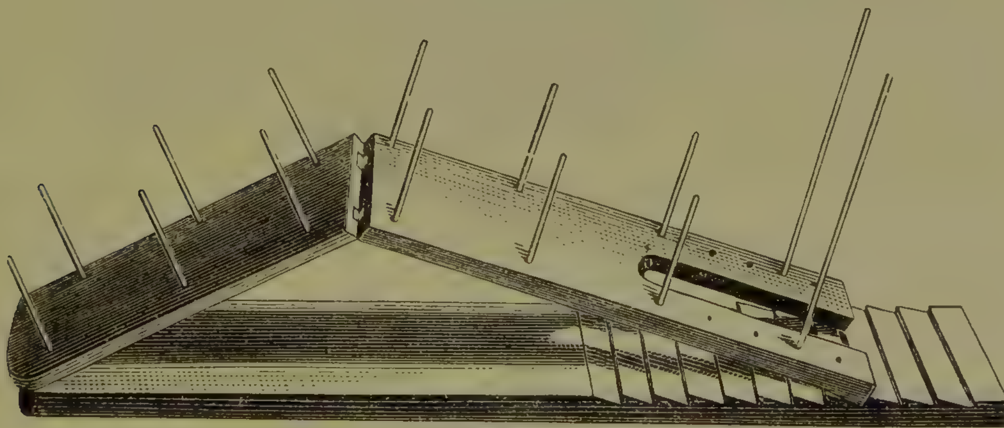
Fig. 140.



Planum inclinatum duplex einfachster Form.

In der einfachsten Weise wendet man, wenn keine weiteren Hülfsmittel zur Hand sind, die Halbbeugung in Form der Pott'schen Seitenlage an. Das Bein wird auf die äussere Seite mit halbgebeugtem Hüft- und Kniegelenk auf Kissen gelagert, so dass wo möglich der Fuss höher liegt. Um jedoch dem Kranken die bequemere Rückenlage zu gewähren, bedarf es einer doppelt geneigten Ebene, auf welcher der

Fig. 141.



Esmarch's Planum inclinatum duplex mit Seitenstangen.

Oberschenkel in aufsteigender, der Unterschenkel in absteigender Richtung liegt. Hiezu dient entweder ein grosses keilförmiges Kissen (s. o. Fig. 136) oder eine einfache Vorrichtung aus zwei länglichen, durch Charniere beweglich verbundenen Brettern, welche unter einem beliebigen Winkel mittelst Schnüren (Fig. 140) oder auf einem treppenförmig ausgeschnittenen Bodenbrett (Fig. 141) festgestellt werden können.

Die schiefe Ebene ist entweder nur zur Aufnahme der verletzten oder auch beider Extremitäten bestimmt, so dass dann beide in gleicher

Beugung neben einander gelagert sind. Die Fixirung derselben geschieht auf untergelegten Kissen mittelst Tüchern, Bindenstreifen oder Gurten. Noch sicherer ist die Lagerung, wenn die Seitenränder beider Ebenen mit Löchern zum Einstecken von Holzstäben versehen sind, wie in dem Fig. 141 abgebildeten Apparate, der dem Appareil polydactyle von Roux nachgebildet ist. Bringt man dagegen an Stelle der Seitenstangen bewegliche Seitenwände an, so ist der Apparat der Petit'schen Beinlade (Fig. 139) durchaus ähnlich.

Was den Werth der gebeugten Stellung auf der schiefen Ebene betrifft, über welche seit Pott viel diskutirt worden ist, so erweist sie sich als provisorisches Mittel in manchen Fällen sehr zweckmässig, zumal bei Oberschenkelbrüchen mit starker Aufrichtung des obern Fragmentes; dagegen ist sie als eigentliche Behandlungsmethode durch die modernen Contentiv- und Extensionsverbände vollkommen verdrängt.

§. 196. 4) Schweben.

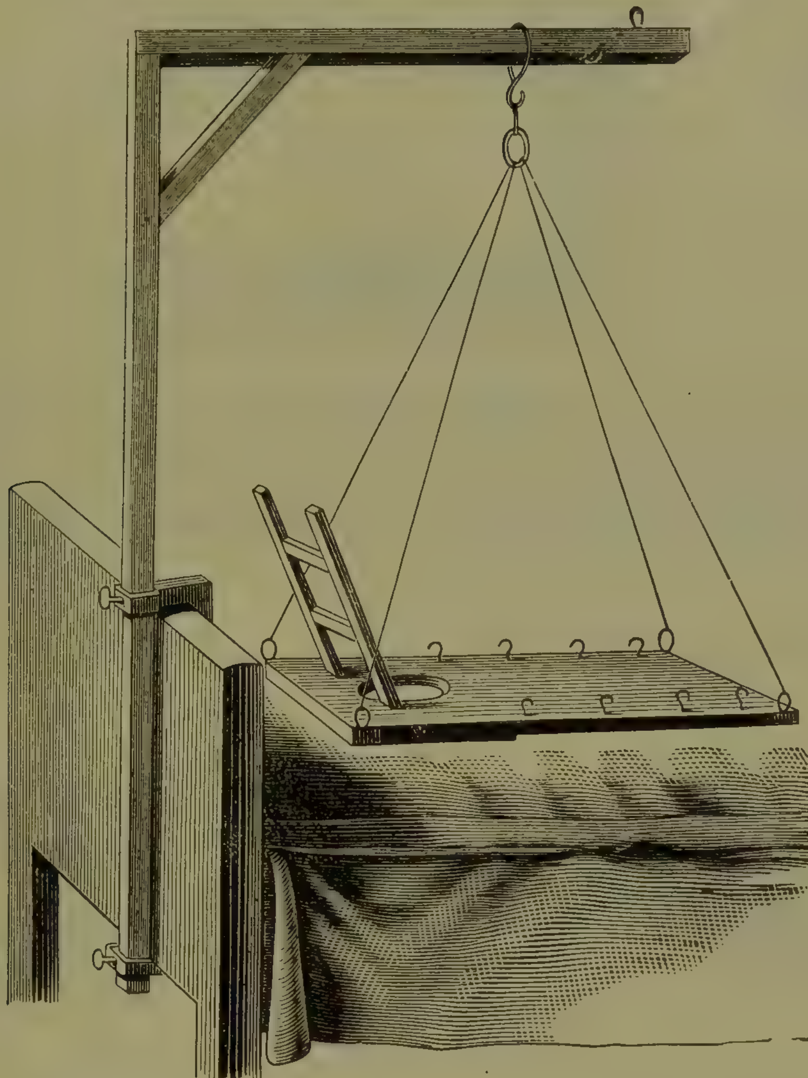
Eine sehr bequeme und zweckmässige Lagerung, namentlich bei Brüchen des Unterschenkels, ist die auf beweglich aufgehängten Apparaten, den sogenannten Schweben. Der Vortheil derselben besteht darin, dass sie dem darauf ruhenden Gliede gestatten, den Bewegungen und Lageveränderungen des Rumpfes zu folgen, ohne dass hiebei eine schmerzhafte und schädliche Bewegung an der Bruchstelle erfolgt. Ausserdem vermag der Kranke selbst mit dem schwebenden Gliede leichte Bewegungen in den benachbarten Gelenken vorzunehmen, ohne dass dabei der Rumpf seine Lage ändern muss.

Früher bediente man sich zur Suspension besonderer Apparate einfacher oder complicirter Construktion, von denen die Verbandlehren eine grosse Reihe aufweisen. Die erste, von Löffler construirte Schwebe besteht aus einem rinnenförmig ausgehöhlten Brette, an dessen vier Ecken Stricke befestigt sind, welche über einen Haken oder eine Rolle an der Zimmerdecke laufen. Noch jetzt gebräuchlich ist die Sauter'sche Schwebe, welche der erstern ähnlich ist und nur am Fussende des Brettes ein Gestell zur Extension besitzt, während die Contraextension durch Anstemmen der Kniekehle gegen den obern Rand des Brettes ausgeübt wird (Fig. 142).

Heutzutage sind diese besonderen Schwebeapparate völlig überflüssig geworden, seit man gelernt hat, fast sämmtliche Arten der Contentiv- und Extensionsverbände mit der Suspension zu verbinden, also alle Arten von Schienen, Rinnen, Kapseln und selbst erhärtende Verbände schwebend aufzuhängen. Nur die Vorrichtungen zur Suspension verdienen hier noch Erwähnung. Als Stützpunkt benützt man entweder einen an der Decke des Zimmers eingeschraubten Ring oder Haken, oder man bedient sich einer sogenannten Reifenbahre, welche auf die Matratze gestellt wird, oder eines besondern, über dem Bette angebrachten Gestelles aus Holz oder Eisen. Letzteres ist meist ein einfacher rechtwinkliger Träger mit einem senkrechten und horizontalen Arme, der mit Schrauben oder Klammern an der Bettstelle befestigt wird (s. Fig. 142) oder mit einem dreischenkligen Fusse auf dem Boden aufsteht. Seltener, z. B. wenn gleichzeitig zwei Gliedmaassen suspendirt werden sollen, bedarf es eines ganzen galgenähnlichen Gerüstes aus zwei senkrechten Tragstangen und einem hori-

zontalen Balken, welcher über das ganze Bett reicht. Das Aufhängen der Schwebe geschieht gewöhnlich so, dass an dem horizontalen Balken ein Haken oder Ring befestigt und durch diesen die Schnüre hindurchgezogen werden (Fig. 142). Viel zweckmässiger ist es, die Schnur

Fig. 142.



Sauter's Schwebe.

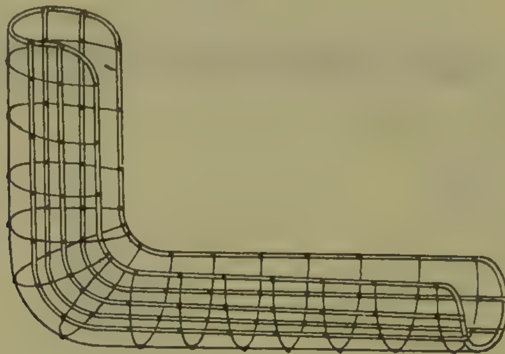
über eine oder zwei Rollen laufen zu lassen, weil dann eine grössere Beweglichkeit der Schwebe erzielt wird, und Hebung und Senkung ihrer beiden Enden am leichtesten und gleichmässigsten von Statten geht (s. Fig. 165).

§. 197. 5) Drahtrinnen, Drahthosen und Drahtkörbe. Die meisten der bisher angeführten Lagerungsapparate sind vielfach durch die ebenso einfachen wie bequemen Drahtrinnen verdrängt worden, welche von Mayor angegeben und von Bonnet vervollkommnet worden sind. Sie bilden den Uebergang von den einfachen Schienen zu den kunstvollen Lagerungsapparaten und werden aus dem Grunde unter den letzteren hier angeführt, weil sie weniger zur eigentlichen Schienung, als vielmehr zur bequemen und sichern Lagerung des gebrochenen Körpertheiles dienen. Diess gilt nicht nur für die

Fracturen an den Extremitäten, sondern auch für manche Brüche am Rumpfe (Becken, Wirbelsäule).

Die Drahtrinnen bestehen aus einem Rahmen von stärkerem Drahte, welcher von einem grossmaschigen Geflecht aus dünnerem

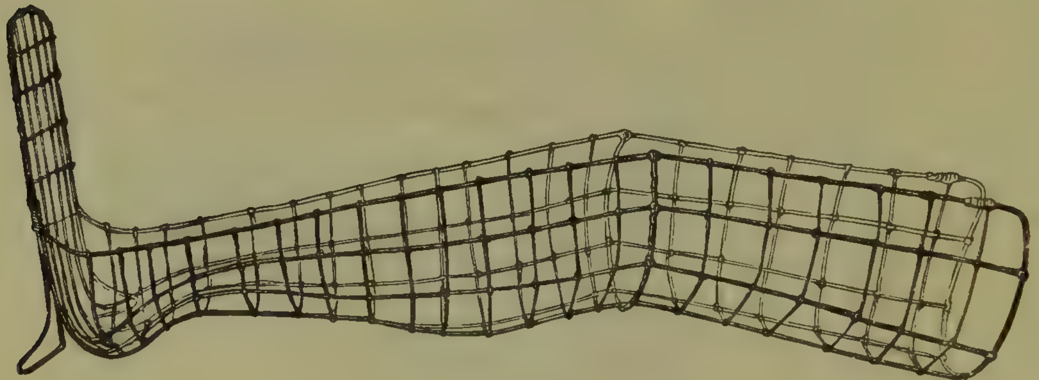
Fig. 143.



Drahtrinne für die obere Extremität.

Drahte übersponnen ist, und sind entweder mit einer dünnen Rosshaarmatraze gefüttert oder werden erst vor dem Gebrauche mit Watte,

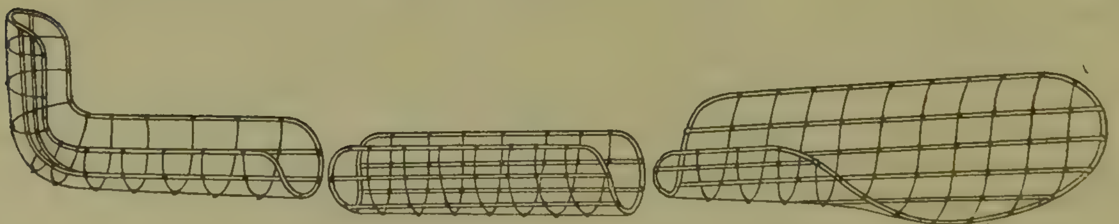
Fig. 144.



Drahtrinne für die untere Extremität.

kleinen Kisschen etc. ausgepolstert. Für sämmtliche Extremitätenabschnitte werden dieselben in geraden und winkelig gebogenen Formen

Fig. 145.

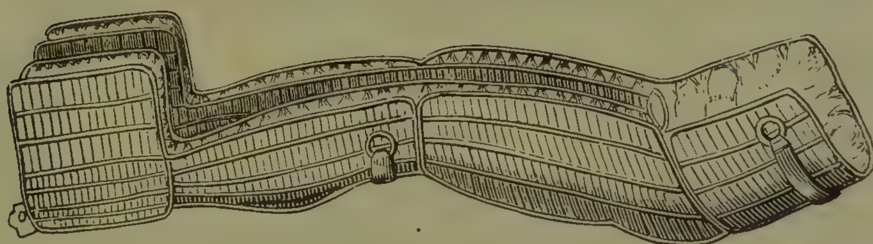


Drahtrinne für die untere Extremität nach Roser, aus 3 Stücken zusammenzusetzen.

angefertigt. Sie umfassen etwa $^2/_3$ der Cirkumferenz des Gliedes und lassen sich mittelst Gurten fest an dasselbe anschliessen; denn vermöge ihrer Biegsamkeit können sie beliebig verengert und erweitert und

also auch bei Gliedern von sehr verschiedener Stärke angewandt werden. Für die obere Extremität dient das in Fig. 143 abgebildete Modell, für die untere bedient man sich einer mit Fussstütze versehenen Rinne, welche entweder bis zum Kinn oder bis zur Gesässfalte in die Höhe reicht (Fig. 144). Soll die Rinne die ganze Extremität sammt Hüfte und Becken aufnehmen, so ist es wegen der verschiedenen Länge der Gliedmaassen zweckmässig, nach dem Vorschlage von Roser an Stelle einer aus einem einzigen Stücke bestehenden Rinne dieselbe aus 2—3 Stücken zusammenzusetzen, welche beliebig weit übereinander geschoben und mit Schnüren zusammengebunden werden (Fig. 145).

Fig. 146.



Bonnet's Drahthose zur Lagerung der Unterextremitäten und des Beckens.

Ausserdem hat Bonnet einen solchen Apparat zur Aufnahme beider unteren Extremitäten sammt Becken, die sogenannte Drahthose (Fig. 146) construirt, welche namentlich für Beckenfracturen passt und ein leichtes Erheben des Kranken gestattet, sowie endlich einen Drahtkorb für die Brüche der Wirbelsäule.

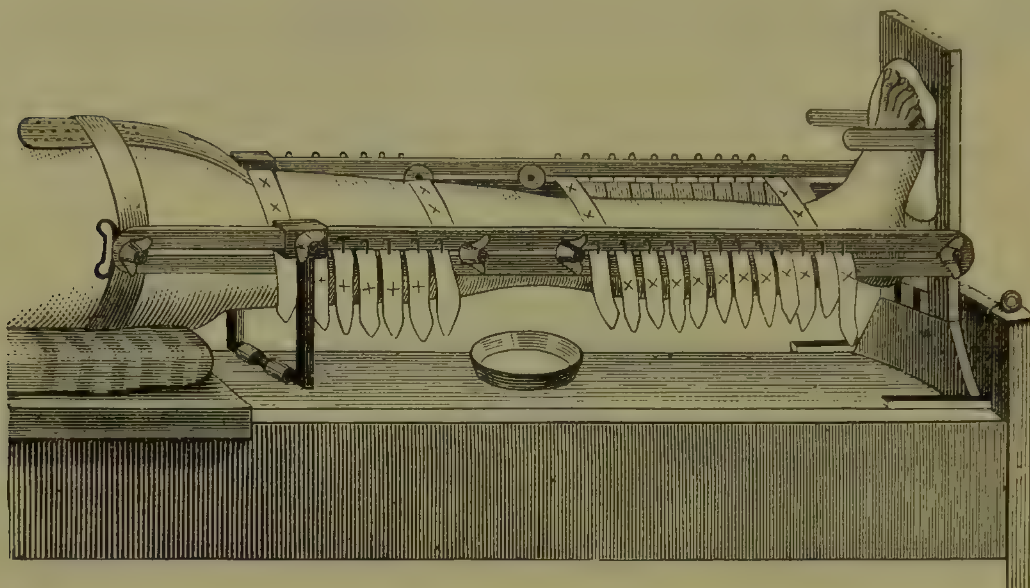
§. 198. 6) Zusammengesetzte Lagerungsapparate.

Ausser den bisher erwähnten Vorrichtungen sind für die untere Extremität noch zahlreiche complicirtere und kunstvollere Apparate construirt worden, welche bald mehr der einen bald der andern Kategorie von Lagerungsverbänden zugehören oder Combinationen mehrerer derselben darstellen. Für einfache Fracturen völlig entbehrlich, sind dieselben vorzugsweise bei complicirten Fracturen angewandt worden. Allein abgesehen davon, dass man überhaupt dem Grundsatze folgen soll, sich stets möglichst einfacher Mittel zu bedienen, sind diese Apparate kostspielig, oft umständlich zu appliciren und zu überwachen und doch nicht für jede Extremität passend.

Es mag desshalb genügen, als Beispiel den von V. Bruns (Fig. 147) angegebenen Lagerungsapparat anzuführen, welcher von dem letztgenannten Vorwurfe frei ist und eine ziemlich ausgedehnte Verbreitung gefunden hat. Seine Vorzüge, die ich aus vielfacher eigener Erfahrung schätzen gelernt habe, bestehen darin, dass in demselben die Extremität nicht nur ruhig und sicher gelagert, sondern auch die Fragmente nach jeder Richtung hin fixirt werden können, und dass gleichzeitig jede beliebige Partie des Gliedes frei zugängig bleibt.

Der Apparat besteht im Wesentlichen aus zwei eisernen Seitenschienen, welche durch ein Fussbrett und einen eisernen Tragbügel in beliebigem Abstande von einander festgestellt werden. Jede der beiden Seitenschienen besteht aus zwei Eisenstäben, welche fast in ihrer ganzen Länge über einander geschoben und ausgezogen werden können, um sie sowohl zur Aufnahme des Unterschenkels allein, als auch des Oberschenkels einrichten zu können. Im letzteren Falle werden noch zwei Ansatzstücke zur Befestigung des Apparates am Becken hinzugefügt, nämlich eine concave Pelotte zur Aufnahme des Trochanter maj. und

Fig. 147.



Lagerungsapparat nach V. Bruns für die untere Extremität.

ein schmaler, sattelförmig gekrümmter Messingbügel, welcher sich gegen das Becken zwischen Oberschenkel und Genitalien anstemmt. Die Lagerung und Fixirung geschieht mittelst Traggurten, welche durch die Spalten der Seitenschienen hindurchgezogen und mittelst Drahtstiften befestigt werden. Die Gurten laufen theils unter dem Gliede hindurch, theils über dasselbe hinweg und können auch von der Seite umgelegt werden, so dass in jeder beliebigen Richtung auf die Lage der Bruchenden eingewirkt werden kann. Ueberdiess kann zugleich Gewichtsextension angewandt und auch der Apparat als Schwebe aufgehängt werden. Auseinander genommen nimmt er wenig Raum ein, ist also leicht transportabel.

II. Contentivverbände.

§. 199. Die Contentivverbände sind im Allgemeinen solche, welche das gebrochene Glied an der Bruchstelle allseitig umgeben und die Bruchenden zusammenhalten.

Sie bezwecken nicht nur eine einfache Immobilisirung der Bruchstelle sondern auch in den meisten Fällen einen Druck von aussen auf die Bruchenden, welcher ihrer Neigung zur Dislokation entgegenwirkt. Auf diese Weise sind sie im Stande, die Dislokation nach der Seite, nach der Achse und nach der Peripherie zu verhüten — also alle Verschiebungen mit Ausnahme der in der Längsrichtung.

Die Contentivverbände sind demnach für alle Brüche ohne Verkürzung indicirt; bei Brüchen mit Verkürzung müssen sie jedoch mit Extensionsvorrichtungen combinirt oder durch Extensionsverbände ersetzt werden.

§. 200. Für die Anwendung der Contentivverbände lassen sich kurz folgende allgemeine Regeln vorausschicken.

1) Der Contentivverband wird in der Regel unmittelbar nach der Reposition angelegt. Contraindicirt ist die frühzeitige Anlegung bei drohender Gangrän der Haut oder des Gliedes, bei sehr umfangreichem und gespanntem Blutextravasat und bei sehr lebhafter Entzündung der Bruchstelle.

2) Der Verband darf nicht zu locker angelegt werden, weil er sonst seinen Zweck nicht erfüllt und Verschiebungen der Fragmente gestattet, welche überdies dem Verletzten heftige Schmerzen verursachen.

3) Der Verband darf nicht zu fest angelegt werden, weil er sonst Druck- oder Schnürbrand erzeugt. Es ist darauf zu achten, dass keine Hautstelle, namentlich über einem oberflächlichen Knochenvorsprunge einem besonders verstärkten Drucke ausgesetzt wird, noch mehr aber darauf, dass keine Stelle eine cirkuläre Einschnürung durch eine zu fest angezogene Bindentour erleidet, welche zu venöser Stase und schliesslich zum Absterben des ganzen Extremitätenabschnittes führen kann.

4) Der Verband soll in der Regel die beiden Gelenke ober- und unterhalb des gebrochenen Knochens einschliessen, damit sich nicht die Bewegung derselben den Bruchenden mittheilt. In manchen Fällen (bei Brüchen des Schlüsselbeins, des Oberschenkels) erstreckt sich der Verband sogar noch weit über die benachbarten Gelenke hinaus.

5) Der Verband muss, besonders in der ersten Zeit, sorgfältig überwacht und beim Eintreten ungünstiger Erscheinungen sofort gewechselt werden. Man achte hiebei auf die Schmerzen des Kranken, welche bei ungünstigem Verlaufe heftig und continuirlich ansteigend sind, sowie auf den Zustand der peripheren, vom Verbande freigelassenen Theile des Gliedes (Finger, Zehen), welche im Falle einer Einschnürung geschwollen und blauroth verfärbt erscheinen.

§. 201. Die Contentivverbände werden eingetheilt in **Schienenverbände** und **cirkuläre erhärtende Verbände**. Zuweilen werden beide Verbandarten mit einander combinirt.

A. Schienenverbände.

§. 202. Die Schienenverbände bildeten früher fast bei allen Brüchen den regelrechten Fracturverband. Seit der Einführung und Verbesserung der erhärtenden Verbände sind dieselben jedoch bei der Behandlung der Mehrzahl der subkutanen Fracturen verdrängt oder wenigstens in die Rolle von provisorischen oder ausnahmsweise verwendeten Verbänden zurückgedrängt worden. Erst neuerdings haben die plastischen Schienen (s. u. §§. 212—217), welche nach der Form des Gliedes modellirt werden und etwa die halbe Cirkumferenz des Gliedes umgeben, wieder mehr Eingang gewonnen. Wir sehen bei der folgenden Erörterung zunächst von dieser Art von Schienen ab.

Ein Vergleich der Schienenverbände mit den cirkulären erhärtenden Verbänden ergibt nämlich zweifellos, dass erstere im Allgemeinen

eine geringere Sicherheit für eine genaue Retention der Fragmente und also auch für eine correkte Heilung gewähren. Ausserdem bieten sie für den Arzt wie für den Patienten manche Uebelstände dar. Sie lockern und verschieben sich leicht: daher ist der Kranke gezwungen, während der ganzen Dauer der Behandlung das verletzte Glied ruhig zu halten und bei Brüchen der untern Extremität ununterbrochen im Bette zu liegen. Dazu muss der Verband häufig nachgesehen, abgenommen und wieder angelegt werden, was nicht nur mühsam und zeitraubend, sondern auch stets mit schmerzhaften und schädlichen Bewegungen an der Bruchstelle verbunden ist. Andererseits kann man allerdings mittelst Schienenverbänden in sehr exakter Weise einen lokalisirten seitlichen Druck und Zug ausüben, der namentlich bei dislocirten kleineren Fragmenten erforderlich ist, jedoch wächst damit natürlich auch die Gefahr eines Decubitus, der nur bei sorgfältigster Ueberwachung sicher zu vermeiden ist.

Trotzdem sind die Schienenverbände nicht zu entbehren. Sie dienen in erster Linie als provisorische Verbände, wenn ein erstarrender Verband nicht sogleich beschafft oder wegen örtlicher Complikationen nicht angelegt werden kann.

Ferner passen sie bei Kindern in den ersten Lebensjahren, weil sie leicht zu erneuern sind, während permanente Verbände wegen der beständigen Durchnässung nicht angewandt werden können.

Ferner sind sie bei gewissen Fracturen der Gelenkenden, bei denen ein kleines Fragment grosse Neigung zu seitlicher Dislokation oder Achsenknickung besitzt, wie namentlich bei gewissen Fracturen der untern Radiusepiphyse, der Malleolen etc., dem Gypsverbande entschieden vorzuziehen, da sie eine grössere Sicherheit für eine Heilung ohne Difformität gewähren, vorausgesetzt, dass eine sorgfältige Ueberwachung stattfindet, während der von vornherein angelegte Gypsverband keine genügende Controle der exakten Retention gestattet. Dieser Vortheil der Schienenbehandlung ist nicht zu unterschätzen, wenn man die Frequenz der genannten Fracturen sowie die schweren funktionellen Störungen erwägt, welche sie bei incorrekter Heilung im Gefolge haben. Da jedoch von manchen Chirurgen im Gegensatze hiezu dem Gypsverbande dieselbe oder eine grössere Sicherheit zugeschrieben wird, so mag erwähnt sein, dass beispielsweise Volkmann jene Erfahrung durchaus bestätigt, wenn er über die Schienenbehandlung bei Fracturen der untern Radiusepiphyse hervorhebt: „Die Resultate sind durchschnittlich bessere als nach Anwendung des Gypsverbandes, unter dem einmal doch leichter Dislokationen entstehen und der in anderen Fällen chronische Oedeme veranlasst, welche ihrerseits wieder die Entstehung der so fatalen, oft Monate lang dauernden Steifigkeit und völligen Unbrauchbarkeit der Finger begünstigen [1].“ Ebenso warnt auch König [2]) vor der Anwendung des Gypsverbandes und empfiehlt die Schienenbehandlung bei den Fracturen des Radius und Malleol. ext. mit erheblicher und rebellischer Dislokation.

Endlich sind die Schienen zur Behandlung der complicirten Fracturen geradezu unentbehrlich.

---

1) R. Volkmann, Beiträge zur Chirurgie. Leipzig 1875, S. 73.

2) König, Lehrbuch der speciellen Chirurgie. Bd. II, S. 668 und 1003.

§. 203. Die Zusammensetzung der Schienenverbände ist im Allgemeinen folgende.

Zuerst wird das gebrochene Glied in kunstgerechter Weise mit einer Rollbinde eingewickelt, welche unmittelbar auf die Haut zu liegen kommt, theils um eine gleichmässige Compression der Weichtheile auszuüben, theils um die Haut gegen die unmittelbare Berührung anderer Verbandstücke zu schützen. Die Einwicklung geschieht stets in centripetaler Richtung von dem peripheren Ende des Gliedes bis über die Bruchstelle nach aufwärts (während in früherer Zeit von der Bruchstelle aus nach auf- und abwärts eingewickelt wurde, um den Säftezufluss zur Bruchstelle zu beschränken). Zu solchen Schutz- oder Unterlagebinden eignen sich am besten die Flanellbinden, welche weich, schmiegsam und etwas elastisch sind und wegen ihrer rauhen Oberfläche fester haften. Als billigerer Ersatz derselben lassen sich auch Binden aus ungestärkter Gaze (Mull, Calicot) oder aus alter, oft gewaschener Leinewand verwenden. Die früher an Stelle der Rollbinden benutzten vielköpfigen (Scultet'schen) Binden, welche aus vielen kurzen Bindenstreifen bestehen, die sich dachziegelförmig deckend und vorne kreuzend angelegt wurden, sind heutzutage nicht mehr gebräuchlich und auch zu einer gleichmässigen Compression viel weniger geeignet.

Auf die Bindeneinwicklung folgt die Anlegung einer oder mehrerer Schienen, welche den wesentlichen Bestandtheil dieser Verbände ausmachen. Sie sind dazu bestimmt, dem Gliede an Stelle des gebrochenen Knochens einstweilen einen äusseren Halt zu gewähren und die Bruchstelle sowohl als auch die benachbarten Gelenke zu immobilisiren. Ihre Länge soll daher in der Regel die des gebrochenen Knochens übertreffen. Bezüglich ihrer Form wählt man entweder ebene, brettförmige oder rinnen- und kapselförmige Schienen, welche letztere theils von vornherein eine entsprechende Form besitzen, theils im Einzelfalle aus einem plastischen, erhärtenden Materiale nach dem Körpertheile geformt werden. Benützt man ebene oder nur wenig ausgehöhlte schmale Schienen, so sind deren mindestens zwei zur Immobilisirung erforderlich, während von den eigentlichen Rinnen- oder Hohlschienen eine einzige ausreicht, die dann annähernd die Hälfte des Gliedes aufnimmt. Die Stellen, an welche die Schienen zu liegen kommen, werden wesentlich durch die Richtung bestimmt, in welcher die Fragmente Neigung haben auszuweichen.

Ausserdem bedarf man noch eines geeigneten Materiales zum Auspolstern der Schienen, um namentlich die oberflächlich liegenden Knochenvorsprünge, wie z. B. am Ellbogen, vor dem nachtheiligen Drucke zu bewahren, dem sie durch eine fest anliegende Schiene oder schon allein durch das Liegen auf derselben ausgesetzt sind. Am meisten eignet sich hiezu die gewöhnliche Watte in Tafelform, welche weich, schmiegsam, elastisch, dabei billig und überall zu beschaffen ist. Sie wird entweder in Form von Bäuschen an den betreffenden Stellen oder in der ganzen Länge der Schienen untergepolstert oder auch in Form von breiten Bindenstreifen um das Glied herumgeführt. An ihrer Stelle kommt zur Auspolsterung auch Jute, Werg sowie kleine Spreu-, Häcksel- oder Hirsekissen zur Verwendung. Hie und da bedarf man auch solcher Kissen sowie fest zusammengefalteter Leinwandcompressen, die man früher in besonderen kunstvollen Formen

(z. B. als graduirte Compressen und Longuetten) anfertigte, um einen lokalisirten Druck oder Zug in bestimmter Richtung auf die Bruchenden auszuüben, wenn dieselben grosse Neigung zur Dislokation zeigen.

Zu den bekanntesten Beispielen derartiger Druck- und Zugverbände gehört der Dupuytren'sche Schienenverband bei Knöchelbruch, der Schienenverband bei Fractur beider Vorderarmknochen und bei Fractur der untern Radiusepiphyse.

Bei dem Dupuytren'schen Verbande wird auf die innere Seite des Unterschenkels ein längliches, vom Knie bis zum innern Knöchel reichendes Kissen und darüber eine die Fusssohle überragende Schiene applicirt. Gegen diese letztere wird der Fuss, der vorher in abnormer Abduktionsstellung stand, mittelst einiger Bindentouren fest angezogen und hiedurch in die entgegengesetzte forcirte Adduktionsstellung übergeführt. Der Verband passt also für Fracturen des äusseren oder beider Knöchel mit erheblicher Abduktionsdislokation.

Der Schienenverband bei Fractur beider Vorderarmknochen hat den Zweck, die Annäherung der Fragmente gegen einander im Spatium interosseum und ihre Verwachsung durch Callusmassen zu verhüten. Hiezu dienen zwei spindelförmige Longuetten, welche bei Supinationsstellung des Vorderarmes auf der Volar- und Dorsalfläche auf den Zwischenknochenraum aufgelegt und mittelst einer Volar- und Dorsalschiene angedrückt erhalten werden.

Der Verband bei Brüchen des untern Endes des Radius hat die Aufgabe, die Dislokation des untern Fragmentes nach der Dorsalfläche und die des obern nach der Volarfläche zu bekämpfen. Zu diesem Zwecke wird eine besondere Compresse von der Rückenfläche aus auf das untere Fragment und eine solche von der Vorderfläche aus auf das obere Bruchende gelegt und beide durch eine volare und dorsale Schiene angedrückt. Ist dagegen die Dislokation der Fragmente der Art, dass die Hand in starker Radialflexion steht, so passt ein Zugverband mittelst der sogenannten Pistolenschiene (Fig. 151), auf welcher die Hand in forcirter Ulnarflexion fixirt wird.

Schliesslich folgt die Befestigung der angelegten Schienen mittelst Binden, Tüchern oder Gurten, welche letztere zweckmässig mit Emmert'schen Schnallen versehen werden. Kleine Schienen, wie die Fingerschienen, können auch mit Heftpflasterstreifen befestigt werden.

§. 204. Um eine Uebersicht der gebräuchlichen Arten von Fracturschienen zu geben, theilen wir dieselben nach dem Materiale, aus welchem sie gefertigt werden, ein. Im Einzelnen unterscheiden sich die Schienen wieder hauptsächlich dadurch, dass sie theils vollkommen starr, theils biegsam sind, theils aus plastischem Materiale bestehen und im Einzelfalle nach dem Körpertheil geformt werden.

Wir unterscheiden 1) Holzschienen, 2) Pappschienen, 3) Blechschienen, 4) Drahtschienen, 5) Plastische Schienen (aus Pappe, Guttapercha, Paraffin, Schellack,— Filz, Gyps).

1) Holzschienen.

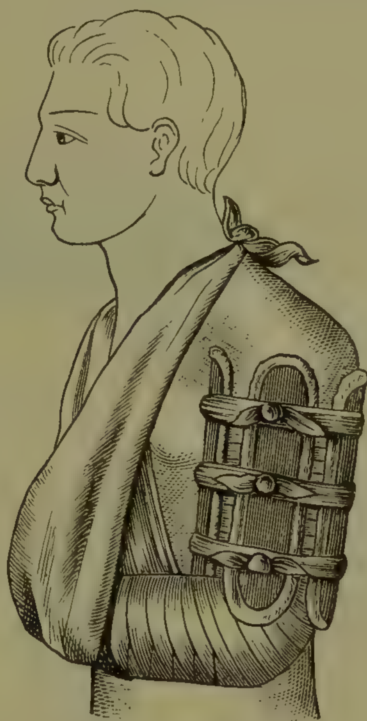
§. 205. Die Holzschienen, welche früher die ausgedehnteste Anwendung fanden, kommen vorzugsweise noch bei Brüchen der obern Extremität, namentlich am Vorderarm und der Hand in Gebrauch. Sie stellen entweder starre oder biegsame Schienen dar.

Die starren Holzschienen werden aus hartem Holz gefertigt und bilden theils einfache platte oder leicht ausgehöhlte Brettchen, theils sind sie einigermassen nach den Contouren des betreffenden

Körpertheiles geformt. Sie sind bald gerade, bald winkelförmig gebogen und zuweilen mit Ausschnitten oder Löchern an denjenigen Stellen versehen, wo durch oberflächliche Knochenvorsprünge leicht ein nachtheiliger Druck entstehen könnte (am Ellbogen, Trochanter major, der Ferse). Sehr zweckmässig ist es, die Ränder der Schienen wellig aussägen zu lassen, damit die sie befestigenden Binden oder Tücher sich nicht verschieben und abgleiten.

Die einfachen, geraden, brettförmigen Schienen finden bei Brüchen der Hand und des Vorderarmes, seltener bei solchen des Oberarmes, des Ober- und Unterschenkels Verwendung. Die Fingerschienen sind gerade Holzstäbchen, welche die Finger an Länge etwas übertreffen und mittelst einer schmalen Fingerbinde oder Heftpflasterstreifen befestigt werden. Bei Brüchen der Vorderarmknochen wird eine volare und dorsale Schiene angelegt, welche vom Ellbogen bis zu den Fingerspitzen reichen und etwas breiter als der Vorderarm im Querdurchmesser sind, damit die Bruchenden nicht im Spatium interosseum gegen einander gedrückt werden. Bei den Brüchen des Oberarmes bedarf man 3—4 Schienen, von denen die für die innere Seite entsprechend kürzer ist als die für die vordere, äussere und hintere Seite. Die beistehende Abbildung (Fig. 148) zeigt als Beispiel einen Schienenverband bei Fractur der Diaphyse des Oberarmes mittelst vier gepolsterten Holzschienen.

Fig. 148.



Holzschienenverband für Bruch des Oberarmes.

Fig. 149.

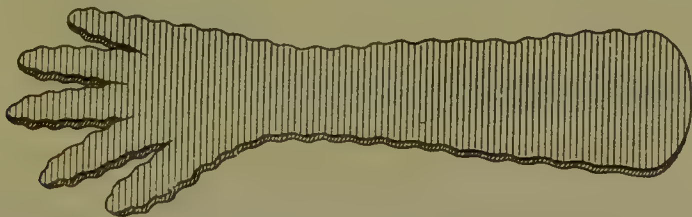


Fig. 150.

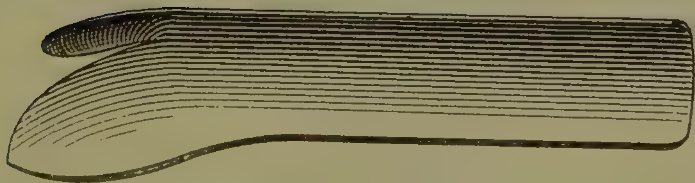


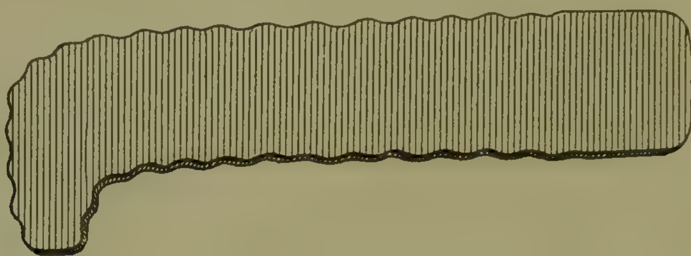
Fig. 149—150 Handschienen.

Von den geformten Holzschienen sind die zweckmässigsten und gebräuchlichsten folgende.

Die Handschiene, eben oder flach ausgehöhlt, nach den äusseren Contouren der Hand geformt und entweder mit Einschnitten zwischen sämmtlichen Fingern (Fig. 149) oder nur zwischen dem Daumen und den übrigen Fingern versehen (Fig. 150). Sie wird bei mehrfachen Brüchen der Finger- und Mittelhandknochen benützt.

Die „Pistolenschiene“ (Fig. 151) für Brüche des untern Endes des Radius mit starker Adduktion (Radialflexion), um die Hand in Abduktion (Ulnarflexion) zu fixiren.

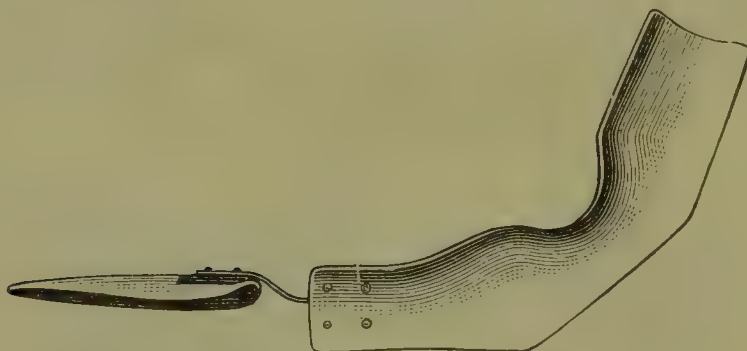
Fig. 151.



„Pistolenschiene“ für Brüche des Radius.

Volkmann's Supinationsschiene (Fig. 152), eine flache Hohlschiene für die obere Extremität, bei der das Handstück in eine senkrecht auf dem übrigen Theile der Schiene stehende Fläche verlegt ist, so dass der Vorderarm in eine Stellung mitten zwischen Pro- und Supination zu stehen kommt.

Fig. 152.



Volkmann's Supinationsschiene.

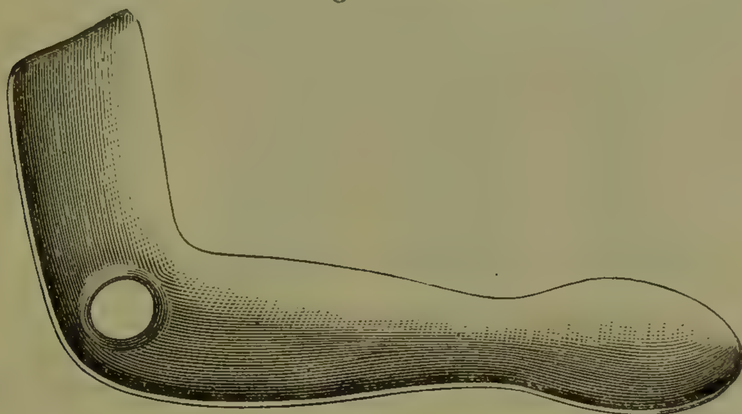
Die gewöhnliche Armschiene zur Aufnahme der ganzen obern Extremität, eben oder flach ausgehöhlt, stumpfwinkelig gebogen und mit einem Loch für die Condylen des Oberarmes versehen (Fig. 153).

Volkmann's Armschiene zur Suspension (Fig. 154), ähnlich der vorigen, mit einem Ringe zum Aufhängen und am Oberarmtheile mit einem senkrechten Brett versehen, das in einer Rinne verschiebbar ist und beliebig für den rechten und linken Arm eingestellt werden kann.

Watson's Schiene für die untere Extremität (sogenannte Stiefelknechtschiene, Horsehoe-Splint), an die Hinterfläche des Gliedes bei gestreckter Stellung anzulegen, mit einem Ausschnitte für die Ferse (Fig. 155).

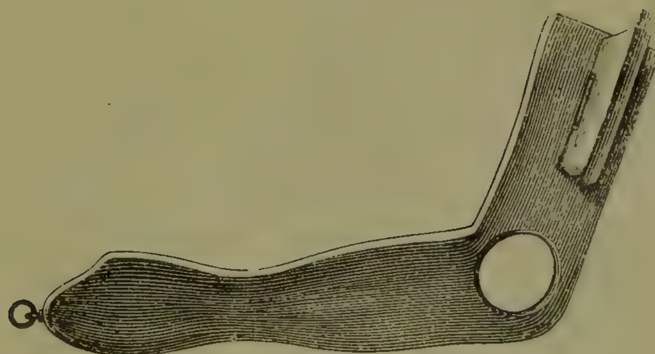
Ausserdem sind für die untere Extremität von englischen Chirurgen (Bell, Pott, Cline) geformte Hohlschienen angegeben. Die Bell'schen Schienen für Unterschenkelbrüche stellen zwei halbe Kapseln für die

Fig. 153.



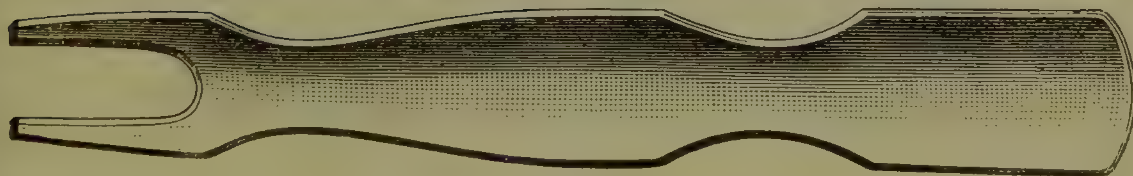
Armschiene.

Fig. 154.



Volkmann's Suspensionsschiene.

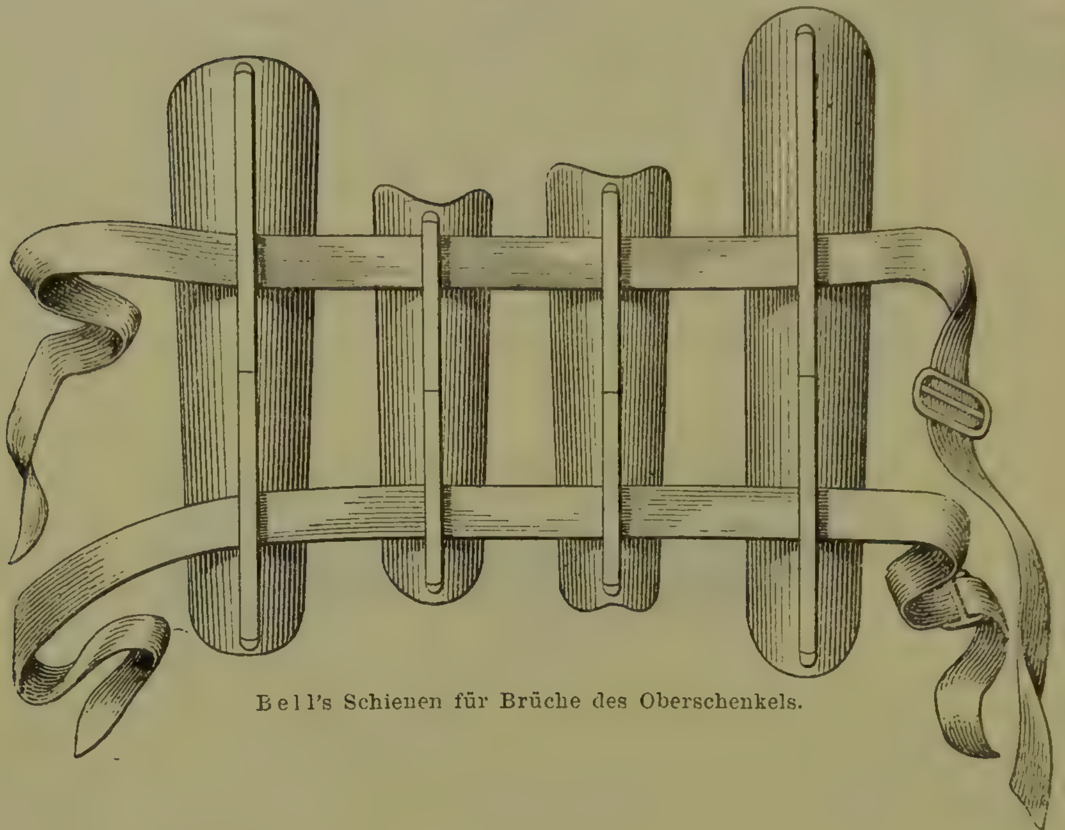
Fig. 155.



Watson's Schiene für die untere Extremität.

äussere und innere Seite des Unterschenkels und Fusses dar, die Bell'schen Schienen für Oberschenkelbrüche (Fig. 156) bilden vier verschieden lange, flach gehöhlte Schienen, welche durch Schnallenriemen mit einander verbunden sind.

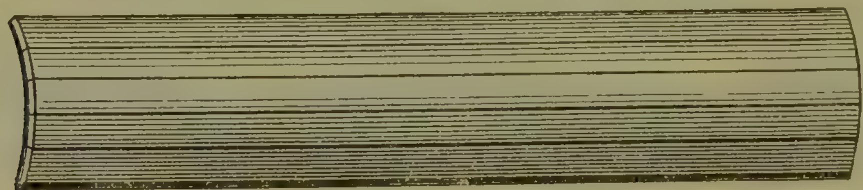
Fig. 156.



Bell's Schienen für Brüche des Oberschenkels.

§. 206. Neben den starren haben die biegsamen Holzschienen, welche sich dem Körpertheile anschmiegen sollen, wenig Eingang gefunden. Man kann hiezu Fournierholz oder Rinde von Birken oder Weichsel- und Kirschbäumen verwenden, die, angefeuchtet, sich leicht adaptiren lässt (Beltelheim). Hieher gehören auch die gebrochenen oder Spaltschienen (Gooch) aus dünnen Fichtenbrettern, welche durch seichte Einschnitte in 1 cm breite parallele Streifen geschnitten und auf Leder oder Leinewand geklebt sind; sie lassen sich in der Quere sehr leicht, in der Länge gar nicht biegen (Fig. 157).

Fig. 157.

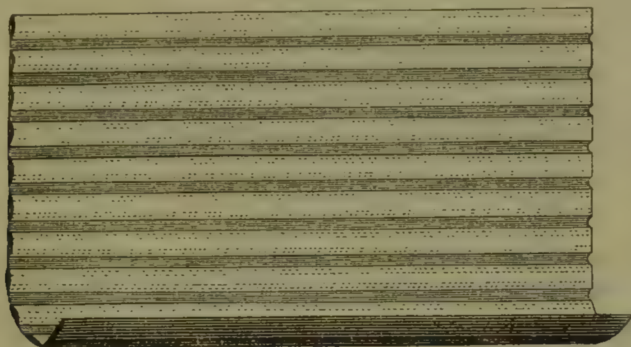


Gooch's Spaltschiene.

Ferner Esmarch's schneidbarer Schienenstoff (Fig. 158) aus 3 cm breiten, 1½ mm dicken Holzrouleauxspänen, welche mit ½ cm breiten Zwischenräumen parallel neben einander zwischen Baumwollenstoff gelegt und durch Bestreichen mit Wasserglas mit demselben fest verklebt werden; er lässt sich leicht mit der Scheere schneiden.

Endlich gehören hieher die Schnyder'schen Tuchschienen aus Nussbaumholzfournieren, welche dicht neben einander zwischen zwei Stücke Leinwand oder Baumwollentuch eingenäht sind.

Fig. 158.



Esmarch's schneidbarer Schienenstoff.

2) Pappschienen.

§. 207. Schienen aus starker Pappe werden sehr häufig zu Contentivverbänden benützt und bieten den Vortheil, dass das Material überall leicht und billig zu beschaffen ist und sich in jeder beliebigen Form mit einem starken Messer zurechtschneiden lässt.

Am besten eignet sich die gewöhnliche graue Pappe von etwa 3 mm Dicke. Die Schienen werden meist flach rinnenförmig gestaltet, indem man sie langsam biegt, ohne sie zu brechen. Werden dieselben unmittelbar vor dem Gebrauche in Wasser getaucht und erweicht, so lassen sie sich dem Körpertheil gut anpassen, brauchen jedoch lange Zeit zum Trocknen und Festwerden. Bei der Anlegung des Verbandes werden die Schienen mit einer dicken Lage Watte gepolstert, welche die Pappe nach allen Seiten etwas überragt, damit die Ränder der letztern keinen Druck ausüben. Die Befestigung geschieht mittelst Rollbinden.

Der Verband mit Pappschienen und einer 4—5 Finger dicken Wattepolsterung stellt den Pappwatteverband nach Linhart dar, welcher denselben ausschliesslich bei Fracturen verwendete. Wird bei demselben Verbande die äussere Fläche der Pappschienen sowohl als die darüber gelegte Binde mit Kleister bestrichen, so erhält man den Pappwatteverband nach Burggraeve.

Ausserdem kommen im Voraus geformte Pappschienen zur Anwendung, und zwar namentlich für die Kriegspraxis, indem dieselben in hinreichender Auswahl für die einzelnen Körpertheile und verschiedenen Grössenverhältnisse im Frieden vorbereitet und in fertigem Zustande in's Feld mitgeführt werden. Zu diesen gehören die zweischaaligen modellirten Pappschienen von Merchie, welche in der belgischen Armee eingeführt sind. Sie werden nach bestimmten Mustern zurechtgeschnitten, in erweichtem Zustande über Modellen getrocknet und mit Lack überzogen. Uebrigens sind schon im vorigen Jahrhundert von Sharp geformte Pappschienen mit Schnallenriemen bei Unterschenkelfracturen angewendet worden.

3) Blechschienen.

§. 208. Die Blechschienen kommen gleichfalls theils als starre geformte, theils als biegsame formbare Schienen in Verwendung.

Die geformten Schienen aus verzinntem Eisenblech oder Zinkblech haben meist die Form von Rinnen oder Kapseln für die obere und untere Extremität. Sie eignen sich sehr gut zum provisorischen Verbande und namentlich zur Behandlung complicirter Fracturen, lassen sich überdiess leicht und billig herstellen und sehr einfach zur Suspension verwenden.

Im Allgemeinen passen die Flachrinnen besser zur Immobilisirung als die Kapseln, welche die ganze Rundung des Gliedes umfassen, weil sich jene viel vollkommener anschmiegen. Daher sind auch die englischen zweischaaligen Blechschienen, welche das ganze Glied einschliessen, zum Fracturverbande nicht geeignet; die beiden Schaalen sind entweder durch Charniere verbunden oder werden einfach auf einander gelegt und durch Bindenstreifen befestigt.

Besonders zweckmässig und weit verbreitet ist die Volkmann'sche Blechschiene für die untere Extremität mit Fussstütze (Fig. 159); sie eignet sich vorzüglich für complicirte Unterschenkelbrüche, welche antiseptisch behandelt werden (s. u. Cap. IV).

Fig. 159.

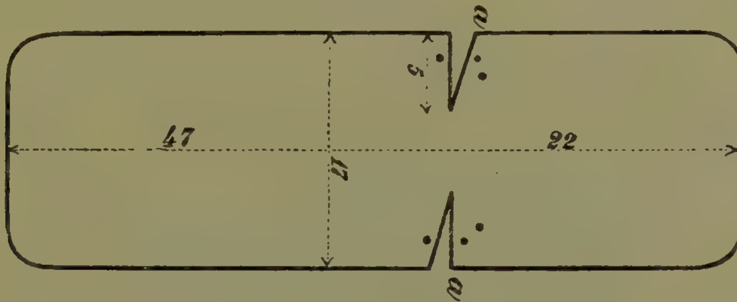


Volkmann's Blechschiene für die untere Extremität.

§. 209. Recht praktisch sind gleichfalls, namentlich für die Kriegspraxis, die biegsamen Schienen aus Zinkblech. Man wählt die dünneren Sorten, am besten Zinkblech Nro. 8 (0,4 mm dick), die einerseits noch stark genug zur Schienung, andererseits nicht zu dick sind, um sich leicht mit der Hand biegen und mit einer gewöhnlichen Scheere schneiden zu lassen. Aus diesen Zinktafeln werden entweder einfache seitliche Schienen oder nach Mustern bestimmte Formen zugeschnitten, welche angelegt Halbrinnen bilden, die sich leicht anschmiegen und sehr gut immobilisiren. Derartige Muster zu Schienen für die obere und untere Extremität, ohne und mit Schulter- und Beckenansätzen sind von Schoen angegeben und von Weissbach

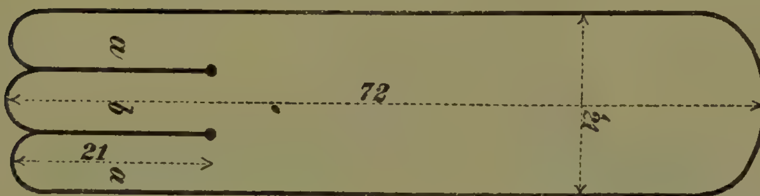
verbessert worden. Beispielsweise lässt sich nach den beistehenden Fig. 160 und 161 sehr rasch eine Armrinne und Unterschenkelrinne einfachster Form improvisiren [1]).

Fig. 160.



Muster zum Ausschneiden einer Armrinne nach Schoen.

Fig. 161.



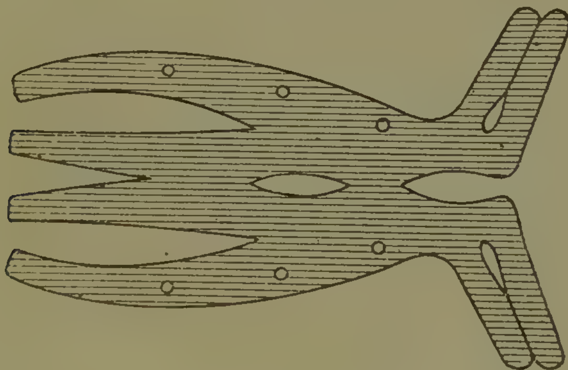
Muster zum Ausschneiden einer Unterschenkelrinne nach Schoen.

Die Armrinne wird nach dem Ausschneiden der Schiene (nach Fig. 160) so geformt, dass man sie in der Längsachse zur Halbrinne biegt und in der Querachse bei aa unter einem rechten oder stumpfen Winkel. Durch die Löcher bei aa werden Bindfaden gezogen und, nachdem die geeignete Winkelstellung erreicht ist, zusammengebunden.

Die Unterschenkelrinne wird so geformt, dass man die (nach Fig. 161) zurechtgeschnittene Tafel zur Halbrinne biegt und aus dem untern Ende derselben eine Art senkrechtes Fussbrett bildet, indem man die beiden seitlichen Theile aa über b in der Mitte kreuzt und sie in dieser Stellung mittelst eines umgelegten Bindfadens fixirt.

Aehnlich sind die von Raoult-Deslongchamps angegebenen Zinkschienen für die untere Extremität, nur werden sie aus stärkerem

Fig. 162.

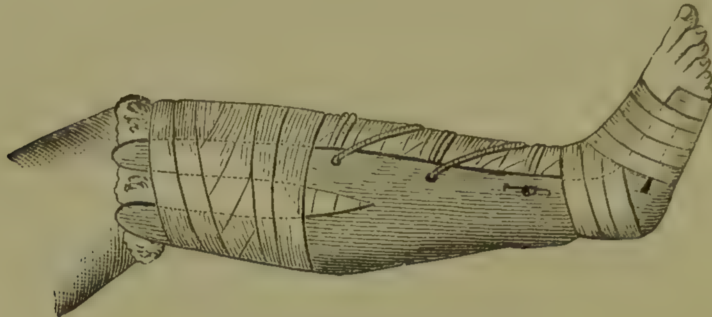


Raoul-Deslongchamps' Zinkschiene für Unterschenkelbrüche.

[1]) Die complicirten Muster siehe in der deutschen milit.-ärztl. Zeitschr. 1877, Heft 11, Taf. I—III.

Zinkblech geschnitten und bilden keine einfachen Rinnen, sondern vielfach durchbrochene Schienen, welche sich gut adaptiren. Die vorstehende Fig. 162 zeigt die nach dem Muster ausgeschnittene, Fig. 163 die angelegte Zinkschiene für Unterschenkelbrüche.

Fig. 163.



Dieselbe Schiene, angelegt.

4) Drahtschienen.

§. 210. Die neuerdings sehr in Aufnahme gekommenen Drahtschienen bestehen entweder nur aus zurechtgebogenem Telegraphendraht oder aus Drahtgeflecht.

Die Schienen aus Telegraphendraht dienen hauptsächlich als Suspensionsschienen. Der bekannteste Repräsentant derselben ist die Smith'sche vordere Drahtschiene (Splint anterior) für einfache und complicirte Fracturen der untern Extremität (Fig. 164

Fig. 164.

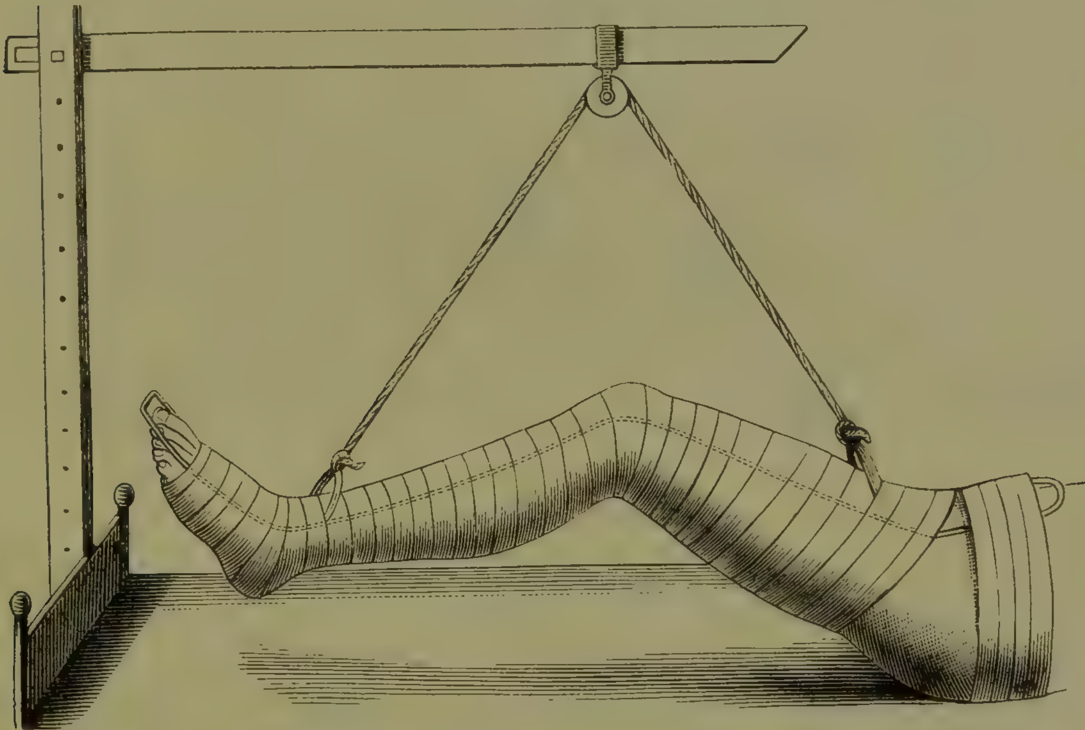


Smith's vordere Drahtschiene.

und 165). Sie ist aus Telegraphendraht leicht herzustellen und hat sich namentlich bei Schussfracturen des Oberschenkels in den nordamerikanischen und deutschen Feldspitälern während der letzten Kriege vielfach bewährt. Das Drahtgestell besteht aus einem langgestreckten Rahmen mit zwei verschiebbaren Bügeln zum Anknüpfen der Suspensionsschnüre. Der Rahmen wird an drei Stellen, entsprechend dem Hüft-, Knie- und Fussgelenke leicht gebogen (Fig. 164) und auf die vordere Fläche der Extremität aufgelegt, nachdem die letztere von den Zehen an bis zum Becken eingewickelt und der Fussrücken sowie die Leistengegend durch untergelegte Kissen gegen den Druck der Schiene geschützt sind. Schliesslich wird das Bein sammt dem Drahtgestell (eventuell mit Ausnahme der Wunde) mittelst einer Binde umwickelt und an einem Stricke suspendirt (Fig. 165).

Ausserdem wird der Telegraphendraht jetzt vielfach in der mannigfachsten Weise mit anderen Schienen — und erhärtenden Verbänden combinirt, namentlich zur Herstellung der sogenannten unterbrochenen Gypsverbände bei complicirten Fracturen (s. u. Cap. IV).

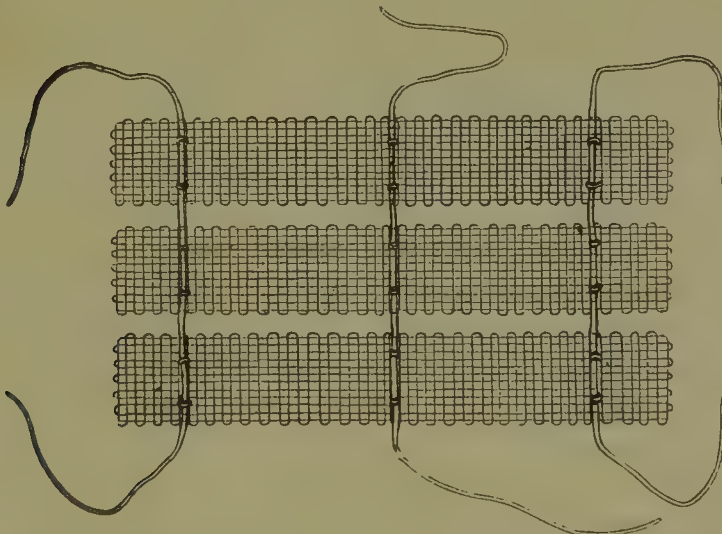
Fig. 165.



Smith's vordere Drahtschiene angelegt und suspendirt.

§. 211. Zu den Schienen aus Drahtgeflecht gehören die von Mayor und Bonnet angegebenen Drahtrinnen, welche wir schon früher (§. 197) bei den Lagerungsapparaten angeführt haben, da sie nicht sowohl zum eigentlichen Fracturverband als vielmehr zur provisorischen Lagerung dienen.

Fig. 166.



Drahtsiebschienen durch Stricke mit einander verbunden.

Auch aus dem käuflichen feinen Drahtgittergewebe oder Drahtsiebstoff lassen sich biegsame Schienen improvisiren, indem mehrere längliche Streifen des Stoffes durch Schnüre miteinander verbunden als seitliche Schienen angelegt werden (Fig. 166). Sarazin empfiehlt, das Drahtgewebe mit der Klempnerscheere nach bestimmten Mustern zurechtzuschneiden, um daraus zweischaalige Kapseln zu machen. Esmarch und Port lassen aus demselben Materiale auch Drahthosen herstellen, welche leichter als die Bonnet'schen und so biegsam sind, dass sie platt ausgebreitet und daher leicht in grösserer Menge mit in's Feld genommen werden können.

Endlich benützt Port das Drahtgewebe auch in Form von Drahtrollbinden, welche etwa 3 Querfinger breit, sehr weich und schmiegsam sind und sich nach Art von Rollbinden anlegen lassen. Jedoch genügen dieselben, wie ich mich überzeugt habe, nicht ohne Weiteres zum immobilisirenden Verbande, da sich die Bindentouren vermöge der Glätte des Drahtes übereinander verschieben, vielmehr muss noch eine Schichte Gypsbinden darüber gelegt werden, so dass die Drahtbinden eigentlich nur als Ersatz des Tapetenspanes dienen können.

5) Plastische Schienen.

§. 212. Die plastischen Schienen bestehen aus einem Materiale, welches durch Befeuchtung oder Erhitzung eine weiche, formbare Consistenz annimmt und nach dem Trocknen oder Erkalten erstarrt und erhärtet. In erweichtem Zustande angelegt und durch Binden genau angedrückt sind daher diese Schienen nach dem Erstarren genau nach der Körperform modellirt, während die im Voraus geformten Schienen in sehr grosser Auswahl vorräthig gehalten werden müssen, um für alle Altersklassen und Grössenverhältnisse zu passen.

Die Form derselben kann beliebig gewählt werden. Entweder werden zu beiden Seiten des Gliedes etwa handbreite Streifen angelegt, welche seitliche Schienen bilden und unter Umständen noch durch Querstreifen verbunden werden können. Oder man wählt die Form von Rinnen, welche das Glied zu einem Drittheil oder zur Hälfte umfassen, oder von zweischaaligen Kapseln, welche von beiden Seiten her das Glied vollständig einschliessen.

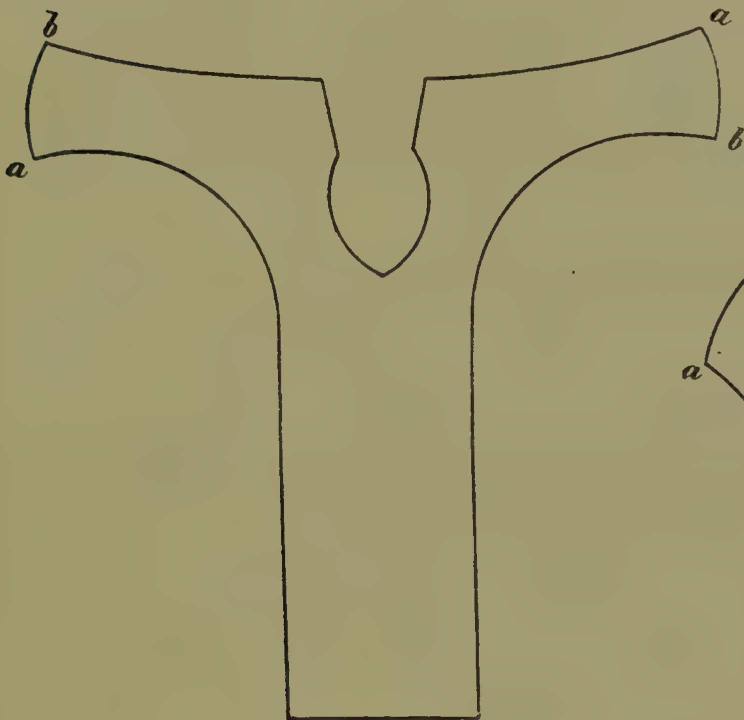
Der grosse Vortheil bei der Anwendung solcher Schienen besteht darin, dass sie, genau nach der Körperform modellirt, viel besser zur Fixirung der Fragmente geeignet sind und zugleich sicherer vor Decubitus schützen, als starre Schienen. Im Vergleiche zu den cirkulären erhärtenden Verbänden gestatten sie eine genaue Controle des gebrochenen Gliedes, ohne dass man sie vollständig abzunehmen braucht, und lassen sich auch viel leichter, schneller und mit geringeren Beschwerden für den Kranken entfernen und erneuern. Sie lassen sich daher auch in Fällen von subkutanen Fracturen mit lokalen Complikationen anwenden, in denen der cirkuläre Verband contraindicirt ist, und sind bei complicirten Fracturen geradezu unentbehrlich.

Das bisher zu plastischen Schienen verwendete Material ist von sehr verschiedener Art und von ebenso verschiedenem Werthe. Es

soll nämlich die Bedingungen erfüllen, dass es sich nicht nur leicht formen lässt, sondern auch rasch erstarrt und hinreichend fest wird, um der Fracturstelle eine unnachgiebige und sichere Stütze zu gewähren. Im Einzelnen kommen hiebei folgende Stoffe in Betracht.

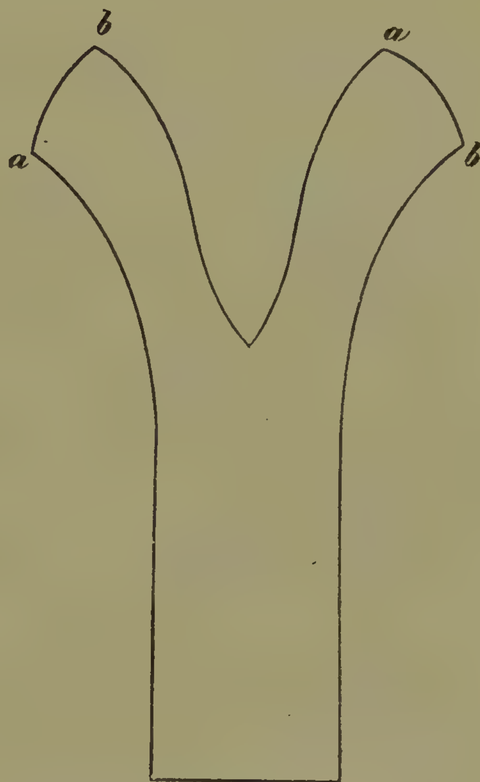
§. 213. Von den bereits angeführten Schienenmaterialien ist die Pappe hieher zu rechnen. Sie ist der gewöhnlichste und billigste

Fig. 167.



Muster zum Ausschneiden einer Unterschenkelrinne mit Fussstütze.

Fig. 168.



Muster zum Ausschneiden einer Unterschenkelrinne mit Fussstütze.

Stoff zu modellirbaren Schienen und für manche einfache Brüche der obern Extremität ganz ausreichend. Die in entsprechender Form zurechtgeschnittenen Schienen aus starker Pappe lassen sich, durch Eintauchen in Wasser erweicht, ziemlich gut adaptiren und werden hierauf durch feuchte Gazebinden befestigt. An Stelle dieser letzteren können auch Leim- oder Kleisterbinden darüber gelegt werden, um die Verschiebung der Bindentouren zu verhüten und dem Verbande grössere Dauerhaftigkeit zu geben. Allein der Nachtheil der erweichten Pappschienen liegt darin, dass sie bis zum vollständigen Trocknen und Erhärten zu lange Zeit gebrauchen und daher bis zu diesem Zeitpunkt noch durch äussere Schienen, sogenannte Sicherheitsschienen (Attelles de précaution) unterstützt werden müssen. Ueberdiess erlangt der Pappverband nach dem Erhärten nur einen mässigen Grad von Festigkeit, der für die Brüche der untern Extremität in der Regel nicht ausreicht, und lässt sich endlich da gar nicht verwenden, wo er mit Flüssigkeiten in Berührung kommt, also bei kleinen Kindern an der untern Extremität, da er sich sehr leicht imbibirt und erweicht.

Diese Uebelstände der gewöhnlichen Pappe soll die nach meiner Angabe hergestellte „plastische Verbandpappe“ [1]) beseitigen. Sie wird aus der gewöhnlichen Pappe durch Imprägnirung mit einer Mischung erhärtender Substanzen, hauptsächlich Schellack, bereitet, ist so fest und starr wie Holz, nach der Erweichung dagegen leicht mit dem Messer zu schneiden und vollkommen biegsam. Die Erweichung geschieht durch trockene Hitze innerhalb einiger Minuten, indem man die Papptafel am einfachsten auf eine heisse Ofenplatte oder auf die Metallplatte des geheizten Küchenheerdes legt. Das Erstarren dauert kaum 5 Minuten. Mit leichter Mühe lassen sich aus diesem Materiale, das zugleich das billigste unter allen derartigen Stoffen ist, Schienen und Rinnen aller Art formen, nachdem man sich das passende Muster vorher aus Papier zurechtgeschnitten hat. Als Beispiele mögen die in Fig. 167 und 168 abgebildeten Muster zur Anfertigung einer Unterschenkelrinne mit Fussstütze dienen.

§. 214. Ein weiteres vorzügliches Material ist die Guttapercha, die jedoch wegen ihres hohen Preises keine allgemeinere Anwendung gefunden hat. Dieselbe ist in Tafeln oder riemenförmigen Streifen von 3—5 mm Dicke käuflich, wird durch Einlegen in Wasser von 60—70 ⁰ R. weich und knetbar und erstarrt nach 10 Minuten zu einer fast holzharten Masse. Von niederer temperirten Flüssigkeiten, wie Wasser, Blut, Eiter, Urin sowie von den gewöhnlichen medikamentösen Stoffen wird die Guttapercha nicht imbibirt und angegriffen, so dass sie sich besonders zum Verbande bei complicirten Fracturen sowie bei kleinen Kindern, welche sich durchnässen, eignet. In Verbindung mit dem Kleisterverbande wurde dieselbe früher in der v. Langenbeck'schen Klinik in ausgedehntem Maasse als Fracturverband benützt.

Die gewöhnlichste Art der Anwendung der Guttapercha ist die in Form von seitlichen Schienen oder Halbrinnen. Bei dem Zurechtschneiden der Streifen von entsprechender Länge und Breite ist zu beachten, dass die Guttapercha bei der Erweichung sehr stark schrumpft, indem sie sich nach Länge und Breite (bis zur Hälfte des Flächeninhaltes) zusammenzieht und an Dicke entsprechend zunimmt. Nachdem das Glied mit einer Flanellbinde eingewickelt ist, wird die erweichte und wieder hinlänglich abgekühlte Schiene angelegt, mit beiden Händen überall genau der Oberfläche des Gliedes angepasst und mittelst einer nassen Rollbinde exakt befestigt. Bei Fracturen des Ober- und Unterschenkels kann man eine Schiene von der doppelten Länge der Extremität nehmen, welche steigbügelartig die Fusssohle umfasst. Oder man fertigt einen den ganzen Umfang des Gliedes einschliessenden Verband aus zwei Halbkapseln an, deren Ränder entweder überall genau an einander stossen und durch den Druck der Finger mit einander verklebt werden, oder einen schmalen Zwischenraum zwischen sich lassen, um die beiden Hälften beliebig fest gegen einander drücken zu können. Uebrigens bedarf es einiger Uebung, um diese Verbände anzulegen, da die Guttapercha leicht zu

[1]) Fabrikant Dr. Koch in Neuffen (deutsches Reichspatent), Niederlage bei L. Armbruster in Tübingen.

weich wird und dann an die Finger, die Oberfläche des Gliedes und an Alles, womit sie in Berührung kommt, anklebt und durch ihr eigenes Gewicht gezogen und übermässig ausgedehnt wird.

§. 215. Ferner gehört hieher der plastische Filz, der sich sehr schnell in der Praxis verbreitet hat. Es ist grober, mit Schellack getränkter Filz, welcher bei gewöhnlicher Temperatur hart und starr ist, dagegen durch Erhitzung weich und schmiegsam wird. Der nach meiner Vorschrift bereitete Stoff eignet sich vorzüglich, um jeder Zeit beliebige Arten von Schienen, Rinnen, Kapseln etc. zu formen. Es wird das vorher in entsprechender Form zurechtgeschnittene Stück aus plastischem Filz durch Eintauchen in beinahe siedendes Wasser oder durch Ueberstreichen mit einem heissen Bügeleisen oder durch Auflegen auf eine heisse Ofenplatte oder durch heissen Dampf erwärmt und dadurch so weich und schmiegsam wie einfacher Filz. Dann wird das Stück an das mit einer Binde oder Watte bedeckte Glied angepasst und mittelst einer Rollbinde befestigt und angedrückt. In kurzer Zeit ist die Schiene wieder erstarrt und dann bretthart, zugleich aber ausserordentlich leicht.

Schon vor 50 Jahren wurden von Smith Schienen aus „lackirtem Hutfilz“ als Fracturverband empfohlen, welche nach vorgängiger Tränkung des Filzes in Schellackfirniss über Gyps- oder Holzmodellen geformt wurden. Neuerdings ist namentlich zu orthopädischen Zwecken ein englisches Fabrikat unter dem Namen „poroplastik felt“ in den Handel gekommen, das nach einem unbekannten Verfahren bereitet wird, aber unverhältnissmässig hoch im Preise steht.

Ich habe desshalb vor Kurzem ein Verfahren angegeben, nach welchem auf einfache Weise Jedermann sich selbst plastischen Filz bereiten kann. Hiezu wird eine Tafel des gewöhnlichen Sohlen- oder Einlagefilzes von 5—8 mm Dicke mit einer (kalt bereiteten) Lösung von 1 Theil Schellack auf $1\frac{1}{2}$ Theile Spiritus vollständig von beiden Seiten durchtränkt, so lange der Filz von der Lösung aufzunehmen vermag (etwa mit dem Vierfachen seines Gewichtes). Dann wird die Filzplatte dem Trocknen überlassen, was bei gewöhnlicher Temperatur mehrere Tage, bei höherer nur einige Stunden dauert.

§. 216. Auch das Paraffin ist zur Anfertigung von Fracturschienen empfohlen worden (Macewen 1880). Allein dieselben Nachtheile, welche seiner Einführung zum erhärtenden Verbande überhaupt entgegenstanden, machen sich auch bei der Verwendung zu Schienen geltend. Denn das Paraffin besitzt nur geringe Festigkeit und erzeugt, sobald es in unmittelbaren andauernden Contakt mit der äussern Haut gebracht wird, sehr leicht Erytheme und Ekzeme. Dazu sind die im Handel vorkommenden Sorten von sehr ungleicher Beschaffenheit, indem manche schon bei 30^{0}, also in der Bettwärme, erweichen und flüssig werden.

Bezüglich der Technik bei der Herstellung der Paraffinschienen ist zu erwähnen, dass das Paraffin je nach dem Grade der Erwärmung eine plastisch-weiche oder flüssige Consistenz annimmt. Die vollständige Erkaltung und Erstarrung nimmt $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde in Anspruch, kann jedoch durch Uebergiessen mit kaltem Wasser beschleunigt werden. Nach dem von Macewen empfohlenen Verfahren bedient man sich am besten der rohen Baumwollenwatte zur Durchtränkung mit Paraffin. Die Watte wird in entsprechende Streifen zurechtgeschnitten, in das flüssige Paraffin eingetaucht und nach vollständiger

Durchtränkung auf geöltes Papier gelegt, bis sie hinreichend erkaltet ist. Sodann wird die Schiene an das vorher eingewickelte Glied applicirt und sofort mit einer Gazebinde sorgfältig angepresst. Wird die Schiene nicht mehr benützt, so legt man sie in heisses Wasser; das schmelzende Paraffin sammelt sich an der Oberfläche und kann dann abgehoben und zu neuen Verbänden benützt werden.

§. 217. Endlich dient noch der Gyps zur Herstellung von Schienen. Sie gewähren gegenüber den cirkulären Gypsverbänden dieselben Vortheile wie die anderen plastischen Schienen, dass sie nämlich eine genaue Controle des Gliedes gestatten und leicht zu entfernen und zu erneuern sind. Dagegen zeichnen sich die Gypsschienen durch grössere Billigkeit aus und verdienen unbedingt eine viel häufigere und allgemeinere Anwendung, als sie bisher bei der Fracturbehandlung gefunden haben. Dass sie sogar im Stande sind, den cirkulären Gypsverband bei den Fracturen der Extremitäten ganz zu ersetzen, beweisen die Erfahrungen der Königsberger chirurgischen Klinik und Poliklinik (Schönborn-Beely), in denen seit mehreren Jahren sämmtliche Fracturen der Extremitäten, einfache und complicirte, ausschliesslich mit Gypsschienen behandelt worden sind.

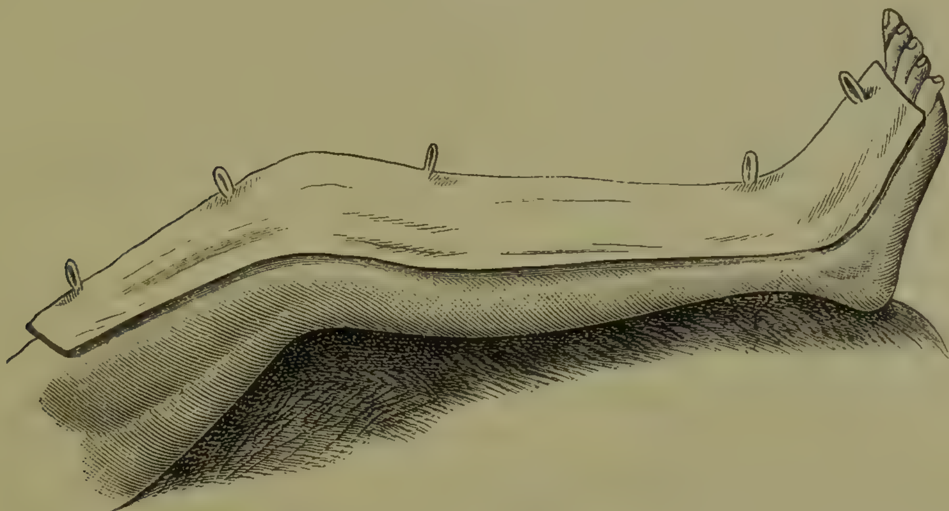
Man bereitet die Gypsschienen in der Art, dass man zusammengelegte Compressen aus Leinwand (Hergott) oder Gaze (Little, Bartscher) oder leichtem Flanell (Little) oder Streifen von Filz (Haber) oder Bündel von Hanf (Beely) mit Gypsbrei imprägnirt und unmittelbar auf die Haut des gebrochenen Gliedes applicirt; diese Schienen werden durch Rollbinden in ihrer Lage erhalten. Am meisten empfehlen sich Gazecompressen, die in etwa 8—10facher Schichte zusammengelegt werden (in Hospitälern erhält man sie am billigsten durch Auswaschen benützter Carbolgaze), oder Bündel von Hanf; letztere haben den Vorzug der grösseren Billigkeit, erstere den, dass die Ränder der Schienen weniger leicht abbröckeln.

Die Gyps-Hanfschienen nach dem Verfahren von Beely haben bisher am meisten Eingang in Deutschland gefunden, wesshalb wir die Technik des Verfahrens kurz angeben wollen.

Die Vorbereitungen zum Verbande bestehen zunächst darin, dass man von gut ausgehecheltem Hanf, dessen Fasern genau parallel liegen und 50—80 cm lang sind, kleinere Bündel bildet, die in lockerem Zustande etwa 3—4 cm breit und 1 cm dick sind und zusammengedreht etwa Kleinfingerstärke besitzen. Dann wird der Gypsbrei von geeigneter Consistenz bereitet, indem man im Allgemeinen gleiche Raumtheile Gyps und Wasser mit einander mischt. Während nun das frakturirte Glied von einem Gehülfen so gehalten wird, dass wo möglich die mit der Schiene zu versehende Seite nach oben und horizontal zu liegen kommt, werden die einzelnen Hanfbündel nach einander durch den Gypsbrei hindurchgezogen, gehörig durchtränkt und dann parallel der Längsachse des Gliedes dicht neben einander auf die blosse Haut gelegt. In dieser Weise fährt man fort, bis eine Schiene von gewünschter Länge und Breite, die in der Mitte etwa 1 cm Dicke besitzt und nach den Seitenrändern allmälig an Stärke abnimmt, durch die Hanfbündel hergestellt ist. Die Breite derselben soll ein Dritt-

theil, höchstens die Hälfte der Cirkumferenz des Gliedes umfassen. Schliesslich wird die Schiene nach dem Erstarren des Gypses, manch-

Fig. 169.



Gyps-Hanfschiene für Brüche des Unterschenkels, mit Drahtringen zur Suspension versehen. Nach Beely[1]).

mal auch schon vorher, durch Umlegen einer angefeuchteten appretirten Gazebinde an das Glied befestigt. Soll das Glied zur grösseren Bequemlichkeit des Kranken oder zum Zwecke permanenter Gewichtsextension suspendirt werden, so benützt man Drahtösen oder Eisenringe, die quer zur Längsachse des Gliedes aufgesetzt und zwischen die Schichten der Gypshanfstreifen eingefügt werden (Fig. 169).

Fig. 170.



Gypsschiene für Unterschenkelbrüche nach Herrgott[2]).

Bei der Nachbehandlung ist darauf zu achten, dass der Verband namentlich während der ersten beiden Tage sorgfältig überwacht wird, und falls in Folge der Anschwellung Druckerscheinungen sich einstellen, die Binde abgenommen und von Neuem angelegt wird, ohne

[1]) Beely, Zur Behandlung der einfachen Fracturen der Extremitäten mit Gyps-Hanfschienen. Königsberg 1878, Taf. VIII.

[2]) Herrgott, Des gouttières en linge platré moulées directement sur les membres. Paris 1874, p. 20. Fig. 4.

jedoch die Schiene zu entfernen. In allen Fällen wird der erste Verband nach 14 Tagen entfernt, um die Stellung der Bruchenden zu controliren, so lange der Callus noch weich ist. Beim Abnehmen des Verbandes wird die Binde entweder, um sie zu erhalten, abgewickelt, oder, falls sie zu fest haftet, mit der Scheere durchgeschnitten. Das Abheben der Schiene muss an Stellen mit reichlichem Haarwuchs sehr vorsichtig geschehen, da die mit dem Gyps verklebten Haare dabei zum Theil ausgerissen werden. Um dieses Ankleben der Schiene an die Haut zu verhüten, kann man die Haut vor dem Anlegen der Schiene stark einölen und rasiren oder ein angefeuchtetes Stück Leinewand oder Flanell unterlegen.

Etwas abweichend hievon ist das Verfahren von Herrgott zur Bereitung von Rinnen und Schienen aus Gypsleinewand (Fig. 170). Zuerst wird die rasirte Haut in entsprechender Ausdehnung mit einer Schichte Gypsbrei überzogen; sobald letzterer etwas zu erhärten beginnt, wird das unmittelbar vorher mit Gypsbrei getränkte Leinewandstück aufgelegt, das vierfach zusammengelegt ist und zwei Drittel der Cirkumferenz des Gliedes umfasst. Schliesslich wird sowohl die Schiene als die benachbarte Partie der Haut mit Gypsbrei überstrichen. Eine Befestigung der Schiene mittelst Binden ist überflüssig.

B. Cirkuläre erhärtende Verbände.

§. 218. Den Schienenverbänden stehen die cirkulären erhärtenden oder erstarrenden Verbände gegenüber. Sie werden aus einer anfangs weichen und dann erstarrenden Substanz in der Art hergestellt, dass sie (bei einfachen Brüchen) eine ringsum geschlossene starre Kapsel bilden, welche das Glied auf's Genaueste umgibt. Während sich die Schienenverbände meist bald lockern und verschieben und daher öfters erneuert werden müssen, zeichnen sich die cirkulären erstarrenden Verbände durch Dauerhaftigkeit und Unverschieblichkeit aus, so dass sie längere Zeit, ausnahmsweise sogar bis zur vollendeten Heilung unverrückt liegen bleiben. Man pflegt sie daher unverrückbare, inamovible oder permanente Verbände zu nennen.

Die Vortheile dieser „Unverrückbarkeit" liegen auf der Hand. Dem Arzte wird der Aufwand an Zeit und Mühe erspart, welchen ein häufiger Verbandwechsel mit sich bringt, dem Kranken selbst aber der damit verbundene Schmerz. Für letzteren erwächst noch der weitere Vortheil, dass ihm auch bei einer Fractur der untern Extremität alsbald eine gewisse Lokomotion möglich ist, während die Lagerungs- und Schienenverbände meist ein absolutes Stillliegen erfordern, — ein Vortheil, der insbesondere bei solchen Kranken in's Gewicht fällt, bei denen ein andauerndes Stillliegen schon bestehende anderweitige Krankheiten, namentlich der Respirationsorgane, verschlimmern oder als Krankheitsursache wirken könnte. Geradezu unersetzlich sind aber die unverrückbaren Verbände bei allen unruhigen Kranken, insbesondere Geisteskranken, Deliranten, sowie als Transportverbände für weitere Strecken.

Ferner bieten die permanenten Verbände, zumal wenn sie unmittelbar nach der Verletzung angelegt werden, den Vortheil, dass sie durch

die absolute Immobilisirung und gleichmässige Compression die entzündliche Reaktion ausserordentlich in Schranken halten, also antiphlogistisch wirken. Damit steht aber auch in unmittelbarem Zusammenhange, dass stets eine beträchtlichere Abmagerung des Gliedes unter dem Verbande eintritt, die Callusbildung weniger reichlich ist und die Consolidation längere Zeit in Anspruch nimmt, als bei der Anwendung von Lagerungs- und Extensionsverbänden, bei denen die Bruchstelle frei von jeder cirkulären Umhüllung bleibt (s. u. §. 233).

Ausserdem sind die frühzeitig angelegten permanenten Verbände im Stande, am sichersten allen weiteren Bewegungen der Bruchstelle vorzubeugen und die zur Heilung erforderliche gegenseitige Berührung der Fragmente zu garantiren. Sie bewirken also, soweit es überhaupt durch einen äussern concentrischen Druck möglich ist, eine exakte Retention der Fragmente und bieten daher die grösste Sicherheit für eine correkte Heilung ohne Difformität.

Aus diesen Gründen bilden gegenwärtig die cirkulären erhärtenden Verbände, speciell der Gypsverband, den gebräuchlichsten und vorzüglichsten Contentivverband und stellen daher für die grosse Mehrzahl aller Knochenbrüche den typischen Fracturverband dar.

§. 219. Damit sind den Indikationen für die Anwendung der permanenten Verbände die weitesten Grenzen gesteckt und letztere im Allgemeinen auf alle diejenigen Fracturen ausgedehnt, bei denen überhaupt ein Contentivverband angezeigt ist. Auf der andern Seite müssen aber auch die Contraindikationen bestimmt festgestellt werden; denn hiedurch wird dem Werthe dieser Verbände offenbar kein Abbruch gethan, vielmehr wird derselbe durch nichts mehr geschädigt, wie durch eine schablonenhafte und kritiklose Anwendung in jedem beliebigen Falle.

Vor Allem muss vor ihrer Anwendung bei kleinen Kindern in den ersten Lebensjahren, zumal bei Brüchen an der untern Extremität, gewarnt werden. Denn trotz aller Vorsichtsmassregeln lässt sich das Durchnässen des Verbandes nicht vermeiden, und hiedurch wird alsbald eine mehr oder minder intensive Reizung der Haut unter dem Verbande erzeugt. Es entstehen vesikulöse, pustulöse und furunkulöse Eruptionen und oft ausgedehnte Exkoriationen in den tiefen Hautfalten, welche Schlaf und Appetit stören und meist schon nach kurzer Zeit eine Entfernung des Verbandes erheischen. Hieraus folgt, dass bei kleinen Kindern nur solche Fracturverbände geeignet sind, welche leicht erneuert werden können, also Schienenverbände.

Ferner sind die permanenten Verbände weniger geeignet bei gewissen Brüchen der Gelenkenden, bei denen ein kleines Fragment grosse Neigung zur Dislokation besitzt, wie bei manchen Fracturen der untern Radiusepiphyse und der Malleolen. Wir haben bereits an einer frühern Stelle (S. 300) auseinandergesetzt, dass in diesen Fällen ein entsprechender Schienenverband grössere Sicherheit für eine Heilung ohne Difformität gewährt.

Endlich passen die einfachen erhärtenden Verbände nicht bei Brüchen mit grosser Neigung zur Verkürzung, da sie nicht im Stande sind, eine

genügende permanente Distraktion der Fragmente zu bewirken. Es ist das eine Thatsache, die durch die einfache Beobachtung zu erweisen ist, trotzdem sie der geläufigen Ansicht widerspricht, dass dem Gypsverbande nicht blos die Wirkung eines Contentivverbandes, sondern auch eines Extensionsverbandes zukomme. Man kalkulirt nämlich so: die äussere Form der Extremitäten entspricht Cylindern von wechselndem Querschnitt, bei denen dünnere und dickere Stellen mit einander abwechseln. Ein genau anschliessender Gypsverband bildet daher einen Hohlcylinder von ebenfalls wechselnder Weite, so dass also periphere dickere Stellen des Gliedes nicht in höher gelegene engere Stellen des Verbandes einrücken können. Allein dieser Calkül wird dadurch illusorisch, dass die Hauptmasse des Gliedes aus Weichtheilen besteht, welche sich nicht nur verschieben und verdrängen lassen, sondern auch in jedem solchen Verbande (abgesehen von dem Schwinden der Bruchgeschwulst) der Art an Volum abnehmen, dass das Glied nach einiger Zeit nie mehr genau von dem Verbande umschlossen wird, und dann natürlich auch von einer extendirenden Wirkung des letztern keine Rede mehr sein kann. Speciell bei den Schrägbrüchen des Oberschenkels mit Verkürzung soll die distrahirende Wirkung des Gypsverbandes noch dadurch gesichert werden, dass er die ganze Extremität sammt Fuss und Becken einschliesst. Allein ganz abgesehen davon, dass selbst in dem bestangelegten Verbande die Beckenverschiebung nicht ganz verhindert ist, wird durch die anhaltende starke Neigung zur Verkürzung der Verband beständig gegen das Becken gedrängt und bewirkt hiedurch an seinem Stützpunkt am Damme nicht nur lebhafte Schmerzen, sondern auch einen rinnenförmigen Dekubitus. Muss dann in der Regel an dieser Stelle von dem drückenden Rande des Gypsverbandes wiederholt abgetragen werden, so nimmt damit auch immer mehr die Distraktion der Fragmente ab und die Heilung kommt nicht ohne erhebliche Verkürzung zu Stande.

§. 220. Versuchen wir nun eine kurze Uebersicht der verschiedenen Arten der erhärtenden Fracturverbände zu geben, so kann es nicht unsere Aufgabe sein, ihre geschichtliche Entwicklung zu verfolgen und ihre Technik sammt den zahllosen Modifikationen im Detail zu beschreiben, da sich die Anwendung dieser Verbände ja keineswegs auf die Behandlung von Knochenbrüchen beschränkt. Wir verweisen in dieser Hinsicht auf den Abschnitt dieses Werkes über Verbandlehre und werden nur auf dasjenige näher eingehen, was sich bei der modernen Fracturbehandlung als das zweckmässigste bewährt hat.

Unserer Uebersicht legen wir die Eintheilung in langsam und rasch erhärtende Verbände zu Grunde, weil dieser Unterschied in erster Linie über ihre Bedeutung als Fracturverbände entscheidet.

a) Die langsam erhärtenden Verbände.

§. 221. Vereinzelte und wenig erfolgreiche Versuche mit Klebeverbänden sind zwar schon im Alterthum und namentlich von den arabischen Aerzten des Mittelalters gemacht worden, indem die gebrochenen Glieder selbst oder die Schienen und Verbandstoffe mit klebenden Pflastern bestrichen und mit Eiweiss, Mehl oder harzigen

Stoffen getränkt wurden. Zur Methode erhoben wurde jedoch das Princip der permanenten Fracturverbände erst durch Larrey's Eiweissverband (1792). Denn Larrey stellte den Grundsatz auf, diesen Verband, den er „Appareil inamovible" benannte, mit seltenen Ausnahmefällen stets unmittelbar nach der Entstehung der Fractur anzulegen und bis zur vollendeten Consolidation liegen zu lassen.

Der Larrey'sche Eiweissverband ist äusserst umständlich und schwerfällig. Die Klebemischung, mit welcher die Verbandstücke getränkt werden, besteht aus Eiweiss, Spiritus camphorat. und Acetum saturni und gebraucht zum Trocknen und Erhärten 24—36 Stunden. Im Uebrigen setzt sich der Verband aus denselben Stücken zusammen, wie der alte Strohladenverband, nur werden die Strohladen auch durch starke Leinwandcompressen ersetzt und mittelst einer achtzehnköpfigen Binde befestigt.

§. 222. Viel einfacher ist die Technik des Seutin'schen Kleisterverbandes (1834). Derselbe ist vielfach mit günstigem Erfolge in Anwendung gekommen, bis er durch den Gypsverband mehr und mehr verdrängt wurde. Er ist einfach anzulegen und abzunehmen, dabei wohlfeil und leicht, hat jedoch, abgesehen von dem langsamen Erstarren, den Nachtheil, dass er sich beim Trocknen stark zusammenzieht und durch Feuchtigkeit sofort erweicht.

Mit dem Kleisterverband führte Seutin zugleich seine Methode des „abnehmbaren unveränderlichen" Verbandes (Méthode amovo-inamovible) ein, indem er das Princip des permanenten mit dem des abnehmbaren Verbandes combinirte. Er stellte nämlich als Regel auf, in jedem Falle, ohne Ausnahme, den Kleisterverband am 3.—4. Tage der Länge nach aufzuschneiden, um die Bruchstelle zu controliren. Die Nothwendigkeit hiezu ergab sich daraus, dass der Kleisterverband erst nach 24—48 Stunden so trocken und fest wird, dass er die Dislokation der Fragmente sicher verhindert. Denn auch das Aushülfsmittel, den Verband während des Trocknens durch aufgebundene Hülfsschienen aus Pappe oder Holz zu unterstützen, ist nicht im Stande, nachträgliche Verschiebungen der Bruchenden immer zu verhüten. Daher die Nothwendigkeit der Revision.

Die Technik des Kleisterverbandes ist kurz folgende. Zuerst wird das ganze Glied mit einer Flanellbinde eingewickelt, nachdem alle Knochenvorsprünge mit dünnen Lagen von Watte bedeckt sind. Darüber wickelt man eine Kleisterbinde, d. h. eine leinene Rollbinde, welche entweder zuvor durch gewöhnlichen Stärke- oder Buchbinderkleister gezogen und dann wieder aufgewickelt ist oder während des Anlegens beständig mit Kleister überstrichen wird. Auf diese legt man 2—3 Pappschienen, welche in warmem Wasser erweicht und auf beiden Seiten mit Kleister bestrichen sind. Dieselben müssen das Glied allseitig umgeben, so dass nur schmale Zwischenräume zwischen ihnen bleiben, und werden durch Kleisterbinden befestigt. Zum Schlusse wird noch der ganze Verband, damit er auf seiner äussern Fläche nicht klebt, mit einer trockenen Binde umhüllt. Das Aufschneiden des Verbandes geschieht mit einer starken Scheere (Seutin's Kleisterverbandscheere). Zeigt er sich dann in Folge der Abschwellung des Gliedes zu weit, so kann ein entsprechend breiter Streifen aus einem Rande ausgeschnitten und die Kapsel

durch eine neue Kleisterbinde wieder geschlossen werden. Zeigt er sich dagegen zu enge, so wird unter die klaffenden Ränder ein entsprechender Pappstreifen untergelegt.

Als Modifikationen des Kleisterverbandes sind noch der Pappwatteverband von Burggraeve und der Papierkleisterverband von Laugier zu erwähnen. Bei dem erstern wird das ganze Glied mit einer sehr dicken bis zu 4—5 Schichten starken Wattelage umgeben und darauf der Kleisterverband mit Pappschienen in der beschriebenen Weise angelegt. Derselbe wird unmittelbar nach der Entstehung der Fractur applicirt und bleibt in allen Fällen unverändert und unaufgeschnitten bis zur vollständigen Heilung liegen. Bei dem Papierkleisterverband werden die leinenen Kleisterbinden durch bekleisterte Papierstreifen ersetzt, welche aus ungeleimtem Packpapier (Laugier) oder geleimtem Schreibpapier (Heyfelder) oder Elephantenpapier (Pitha) gefertigt werden. Der Verband wird hiedurch billiger und schlechter.

§. 223. Wenig Verbreitung hat der Dextrinverband von Velpeau (1838) gefunden. Derselbe trocknet zwar schneller als der Kleisterverband (nach 4—6 Stunden), ist aber viel theuerer und umständlicher herzustellen. Die Klebemischung zum Tränken der Rollbinden besteht aus 100 Theilen Dextrin, 60 Theilen Campher-Spiritus und 50 Theilen Wasser. Im Uebrigen geschieht die Anlegung des Verbandes in derselben Weise wie beim Kleisterverbande.

§. 224. Der Leimverband, dessen sich Vanzetti (1846) zuerst bediente, hat nach den Erfahrungen, welche in der Tübinger Klinik mit demselben gewonnen wurden, zwar den Vortheil, dass er einfach anzulegen, wohlfeil, sehr hart und leicht ist, dagegen wird er durch Feuchtigkeit alsbald erweicht und gebraucht zum Trocknen mehrere Stunden, zum vollständigen Erhärten mehrere Tage.

Am zweckmässigsten wird der Leimverband mittelst geleimter Rollbinden oder Bindenstreifen aus Leinewand angelegt. Man bereitet die Binden in der Art vor, dass man sie auf der einen Seite ein oder mehrere Male mit Tischlerleim bestreicht, trocknen lässt und aufrollt. Diese Leimbinden werden unmittelbar vor dem Gebrauche rasch in heisses Wasser getaucht und dann um das mit einer Schutzbinde versehene Glied in 4—6—8 Schichten gewickelt, wobei zur Verstärkung beliebige Schienen (am besten Tapetenspäne oder Pappschienen) hinzugefügt werden können.

§. 225. Der Wasserglasverband nach Schrauth (1857) ist einfach, bequem und reinlich anzulegen, billig, sehr dauerhaft, hart und leicht, gebraucht aber zum vollständigen Erstarren 12—24 Stunden.

Man verwendet hiezu Natron-Wasserglas von Syrupconsistenz und etwa 1,3 specifischem Gewicht. Mit demselben werden Gazebinden getränkt, indem man sie vorher entweder 24 Stunden lang in Wasserglas liegen lässt oder besser durch dasselbe hindurchzieht, wieder aufrollt und in Wasserglas aufbewahrt. Die Binden werden dann ohne Weiteres um das mit einer Schutzbinde versehene Glied in vier- bis fünffacher Schichte gewickelt. Weniger bequem ist es, trockene Gazebinden zu

verwenden und während des Umwickelns die einzelnen Touren durch einen Gehülfen mit Wasserglas bestreichen zu lassen.

Modifikationen des Wasserglasverbandes sind der Wasserglas-Kittverband (Böhm), der Wasserglas-Magnesitverband (Küster) und der Wasserglas-Cementverband (Mitscherlich). Ersterer wird aus einer Mischung von Wasserglas, Kreide und gelöschtem Kalk (Kalkhydrat) bereitet, erstarrt schon nach einer halben bis ganzen Stunde, verlangt aber sehr umständliche Vorbereitungen. Der Magnesitverband wird aus einer Mischung von 3 Theilen Wasserglas und 1 Theil Magnesit hergestellt, welche zu einem Brei angerührt wird und zum Bestreichen der Binden dient. Derselbe ist leicht, haltbar und billig, erhärtet jedoch erst nach 24—36 Stunden. Der Wasserglas-Cementverband wird mit Gazebinden hergestellt, die vorher mit Cementpulver eingerieben und nach dem Anlegen mit Wasserglas befeuchtet wurden; darüber wird noch ein Brei aus Cement und Wasserglas zur Verstärkung aufgetragen. Der Verband ist sehr schwer aufzuschneiden und zu entfernen und erfüllt auch seinen Zweck nicht genügend, der Einwirkung von Flüssigkeiten zu widerstehen.

Die sämmtlichen bisher angeführten erhärtenden Verbände haben heutzutage für die Fracturbehandlung nur eine untergeordnete Bedeutung — schon aus dem einzigen Grunde, weil sie zu lange Zeit bis zum ausreichenden Hartwerden in Anspruch nehmen und natürlich während dieser Zeit keinen Schutz gegen Dislokation der Fragmente gewähren. Auch die provisorische Benutzung aufgebundener Hülfs- oder Sicherheitsschienen bietet hiegegen keine Garantie.

Es muss desshalb der Grundsatz aufgestellt werden, die langsam erstarrenden Verbände am besten gar nicht bei frischen Fracturen anzuwenden, oder wenigstens nur bei solchen ohne Neigung zur Dislokation. Dagegen sind manche derselben, namentlich der Wasserglas- und Magnesitverband wegen ihrer Leichtigkeit und Haltbarkeit recht wohl als nachträgliche Schutzverbände nach geheilten Fracturen, sowie als Gehverbände bei nicht consolidirten Unterschenkelbrüchen zu verwenden.

b) Die rasch erhärtenden Verbände.

§ 226. Zu den rasch erhärtenden cirkulären Verbänden rechnen wir hier blos den Gypsverband (Matthysen 1852) und dessen neuesten Conkurrenten, den Tripolithverband (v. Langenbeck 1880). Denn die anderen gleichfalls rasch erstarrenden Materialien, wie die Guttapercha und das Paraffin, die bereits unter den Stoffen zu plastischen Schienen Erwähnung fanden (§§. 214 u. 216), haben zu geschlossenen permanenten Verbänden keinen Eingang gefunden, da ihnen zu diesem Zwecke der Gyps in jeder Beziehung überlegen ist.

Der Gyps- und Tripolithverband selbst stehen sich in der Wirkungsweise ganz nahe. Die Vortheile, welche dem Tripolith [1]) nach den

[1]) Tripolith besteht nach dem deutschen Reichspatent von Schenk aus Gypsstein mit etwas kieselsaurer Thonerde und Kohle oder Coaks. Seine Eigenschaften stimmen im Wesentlichen mit denen des gebrannten Gypses überein;

Empfehlungen v. Langenbeck's zukommen, bestehen darin, dass er etwas leichter und noch billiger als Gyps ist, schneller erhärtet und nach dem Erstarren kein Wasser aufnimmt, also im Bade nicht erweicht. Einstweilen lässt sich jedoch noch nicht entscheiden, ob und wie weit in Zukunft der Tripolith den Gyps zu verdrängen vermag, so dass wir, da auch die Anwendungsweise beider Substanzen genau dieselbe ist, im Folgenden nur den Gypsverband berücksichtigen werden.

Der Gypsverband ist somit der eigentliche Repräsentant des permanenten Fracturverbandes, der in der grossen Mehrzahl der einfachen Knochenbrüche vor allen anderen Verbandarten den Vorzug verdient. Für ihn allein gelten in vollem Umfange alle die Vorzüge, welche wir Eingangs (§. 218) für die permanenten Verbände in Anspruch genommen haben. Und zwar beruht seine Ueberlegenheit eben vorzugsweise auf seinem schnellen Erstarren, das bereits erfolgt, während noch die manuelle Retention der Fragmente unterhalten wird; denn nur auf diese Weise ist eine Garantie gegen eine Wiederkehr der Dislokation gegeben, und zugleich die Anwendung äusserer Hülfsschienen, wie sie alle anderen erhärtenden Verbände erfordern, überflüssig gemacht. Ausserdem spricht zu Gunsten des Gypsverbandes, dass er beim Erstarren keine Veränderung erleidet, also weder enger noch weiter wird, ferner dass er sehr porös ist und daher die Verdunstung der Hautsekretion nicht behindert, sowie endlich dass er einfach anzulegen und billig ist.

§. 227. Die Technik des Gypsverbandes, wie sie sich bei den einfachen Fracturen als die zweckmässigste bewährt hat, ist kurz folgende.

Die Vorbereitung zur Anlegung des Verbandes besteht darin, dass das erforderliche Material in Bereitschaft gesetzt wird, nämlich eine Anzahl Gypsbinden (mit trockenem Gypspulver imprägnirte Rollbinden aus appretirter Gaze), ein Gefäss mit warmem Wasser, eine Schaale mit Gypspulver zum Anrühren des Gypsbreies, einige Unterlagsbinden aus unappretirter Gaze, Flanell oder Watte. Man gibt nun dem Patienten und namentlich dem gebrochenen Gliede die geeignete, möglichst frei zugängliche Stellung und lässt durch Gehülfen die Fragmente in der durch die Reposition wiederhergestellten normalen Richtung fixiren. Nur in gewissen Fällen, in denen ein besonders starker Zug nothwendig ist, benutzt man hiezu eine Extensionsvorrichtung, von der später (§. 229) die Rede sein wird.

Man beginnt den Verband mit dem Anlegen einer Unterlagsbinde, welche in regelrechten Touren von der Spitze der Extremität gegen den Rumpf umgewickelt wird, so dass sie nach beiden Richtungen hin die Grenzen, bis zu welchen der Gypsverband reichen soll, etwas über-

---

für Wasser ist er nicht undurchdringlicher als Gyps und seine gerühmte rasche Erhärtung wechselt nach der Behandlungsweise und verwendeten Wassermenge. Den Vortheil rascheren Erstarrens gewährt das mit Wasser angerührte Tripolithpulver nur, wenn das Wasser in einem bestimmten Verhältniss zugegeben worden: nimmt man etwas reichlich Wasser, so kann die Erhärtung eines mit dem Brei angelegten Verbandes Stunden lang dauern, nimmt man dagegen weniger Wasser, so erstarrt die Masse vor Beendigung des Verbandes (Polytechn. Notizbl. 1881, S. 292).

schreitet. Als Unterlagsbinde dient am besten eine Flanellbinde oder eine angefeuchtete weiche Gazebinde oder auch Bindenstreifen, die man aus einer Wattetafel zurechtgeschnitten hat; im Nothfalle oder aus Billigkeitsrücksichten können auch Streifen aus befeuchtetem Fliesspapier zur Unterlage verwendet werden (Volkmann). In der Regel ist es überflüssig, überdiess noch die Knochenprominenzen an den Gelenken durch besondere Wattepolster zu schützen, da ein gut angelegter Gypsverband keinen schädlichen Druck auf einzelne Stellen innerhalb des Verbandes ausübt, dagegen pflegt eine besondere Polsterung an denjenigen Stellen nothwendig zu sein, welche von dem obern oder untern Rande des Verbandes gedrückt werden können, wie in der Achselhöhle, am Damme, der Gesässfalte etc. Gar nicht zu empfehlen ist es aber, um die Unterlagsbinde zu sparen, die Gypsbinden direkt auf die Haut zu bringen, da auch nach vorgängigem Einölen der Haut die Haare mit dem Gyps verkleben und leicht Reiz und Druck der Haut entsteht.

Auf die Unterlagsbinde folgen nun die Gypsbinden, welche unmittelbar vorher so lange in warmes Wasser getaucht werden, bis keine Luftblasen mehr entweichen; dann werden sie ausgedrückt und um das Glied gewickelt. Die Touren müssen sich zu Dreiviertel decken, Umschläge brauchen nicht gemacht zu werden, da sich die Falten und Fugen einfach mit der flachen Hand verstreichen lassen. Die allerwichtigste Regel aber beim Anlegen der Gypsbinden, welche dem Anfänger nicht genug eingeschärft werden kann, ist die, die Bindentouren nicht fest anzuziehen, sondern ohne jeden Zug einfach um das Glied herumzurollen, damit der Verband an keiner Stelle zu fest anliegt und einschnürt. Wie viele Gypsbinden im einzelnen Falle angelegt werden müssen, um dem Verbande gerade den nöthigen Grad von Festigkeit zu geben, hängt von der Qualität und Quantität des in den Binden enthaltenen Gypses, sowie von der Dichtigkeit, Länge und Breite der Binden ab; in den meisten Fällen genügt eine zwei- bis vierfache Schichte. Soll der Verband eine besondere Festigkeit erhalten, so trägt man auf die Gypsbinden noch eine dünne Schichte Gypsbrei auf, welcher in einer Porzellanschaale so bereitet wird, dass man etwa gleiche Raumtheile Gyps und Wasser unter beständigem Umrühren zu einem gleichmässigen Brei von der Consistenz eines dicken Rahmes verarbeitet. Der Gypsbrei wird mit der flachen Hand gleichmässig vertheilt und geglättet; setzt man dieses Glätten während des Erstarrens noch eine Zeit lang fort, so erhält der Verband eine elegante stuckähnliche Politur. Indessen ist das Aufstreichen von Gypsbrei meist entbehrlich und das Aufstreichen einer zu dicken Lage geradezu fehlerhaft, da der Verband hiedurch seine wenn auch geringe Elasticität verliert, spröder und brüchiger wird und sich äusserst schwer aufschneiden und entfernen lässt. Trotzdem wird dieser Fehler in der Praxis häufig gemacht, und man kann mitunter bei einfachen Brüchen sogar zolldicke unförmliche Gypspanzer angelegt finden.

Hinsichtlich der Ausdehnung, in welcher der Verband das frakturirte Glied einschliessen soll, gilt als allgemeine Regel, dass er nicht blos den Abschnitt desselben, welchem der gebrochene Knochen angehört, sondern auch die beiden benachbarten Gelenke einhüllen und immobilisiren soll, da nur unter dieser Bedingung alle Bewegungen an

der Bruchstelle aufgehoben werden. Bei einem Bruche des Unterschenkels muss also der Verband das Knie- und Fussgelenk überragen, bei einem Oberschenkelbruche das Knie- und Hüftgelenk einschliessen. Dagegen sollen die Finger- und Zehenspitzen unter allen Umständen vom Verbande frei bleiben, um aus dem Ansehen, der Temperatur und Sensibilität derselben beurtheilen zu können, ob der Verband nicht etwa zu fest liegt und einschnürt.

Das vollständige Hartwerden des Gypsverbandes erfordert je nach der Dicke desselben 5—10—15 Minuten, das vollständige Trocknen 1—2 Stunden. Bis der Verband fest ist, muss natürlich von Seiten der Gehülfen das Glied absolut ruhig fixirt und eventuell die Distraktion unverändert unterhalten werden. Auch in den nächsten Stunden ist noch einige Vorsicht nothwendig und sollen unnöthige Bewegungen vermieden werden. Soll der Verband besonders dauerhaft und das Abbröckeln vermieden werden, so habe ich es sehr bewährt gefunden, den Gypsverband noch mit einer Schichte Wasserglasbinden zu bedecken.

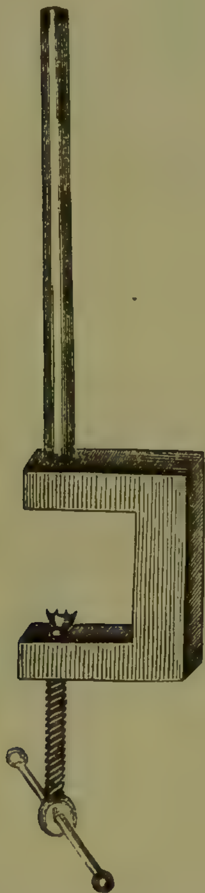
Beim Abnehmen des Verbandes legt man am besten einen einfachen Längsschnitt an, so dass er aufgeklappt und unter Umständen wieder von Neuem angelegt werden kann. Man kann hiezu jedes hinreichend starke Messer mit kurzer Klinge benützen und reisst zunächst mit der Spitze desselben längs der ganzen Schnittlinie eine schräg eindringende Furche in den Verband, welche hierauf durch einen zweiten von der andern Seite her gleichfalls schräg geführten Schnitt in eine V-förmige Rinne verwandelt wird. Die tiefsten Schichten lassen sich dann mit einer starken Scheere vollends durchtrennen. Besondere Gypsmesser sind von Esmarch, Böhm und Ris angegeben, letzteres (mit kurzer Klinge und hakenförmig gekrümmter Spitze) hat mir stets gute Dienste geleistet. Immerhin ist aber das Aufschneiden mit dem Messer eine ziemlich mühsame und zeitraubende Arbeit, und es erscheint daher keineswegs, wie Volkmann meint, überflüssig, dass besondere Gypsverbandscheeren (v. Mathysen, Pelikan, Scymanowski, V. Bruns, Böhm) construirt sind, da mit solchen das Aufschneiden viel leichter und schneller geht. Namentlich die Gypsscheere von V. Bruns, welche dem von den Metallarbeitern zum Schneiden von Metallplatten benützten Instrumente nachgebildet ist, gestattet vermöge der langen Griffarme und kurzen Schneideblätter, in Verbindung mit der Hebelbewegung des einen Schneideblattes eine sehr kräftige Wirkung bei geringer Anstrengung, so dass sie selbst für den dicksten Gypsverband ausreicht. Man kann mit derselben bei einiger Uebung einen Gypsverband, welcher die ganze untere Extremität eines Erwachsenen einschliesst, in zwei Minuten aufschneiden. Uebrigens lässt sich das Aufschneiden überhaupt noch dadurch erleichtern, dass man den Verband in der Schnittlinie vorher etwas mit Wasser befeuchtet.

§. 228. Neben dem soeben geschilderten gebräuchlichsten Verfahren verdienen von den zahlreichen Modifikationen des Gypsverbandes nur einige kurz erwähnt zu werden, weil die meisten offenbare Verschlechterungen darstellen und höchstens als Nothbehelfe oder in Ausnahmsfällen Anwendung verdienen.

Hieher gehört der Gypsumguss, bekanntlich die älteste, aus

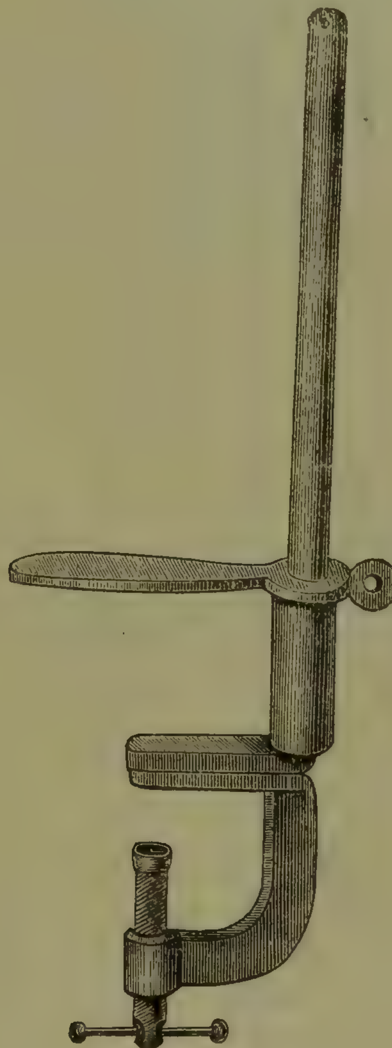
dem Orient stammende Methode des Gypsverbandes, welche ganz überflüssiger Weise in neuerer Zeit wieder Lobredner gefunden hat (Münzer, M. Müller). Ferner der Gypskataplasmaverband (Mathysen, van de Loo, Pirogoff, Neudörffer), welcher so hergestellt wird, dass man auf ein grosses Tuch eine dicke Lage Gypsbrei aufstreicht, dasselbe dann zusammenschlägt und um das Glied mit einer Binde befestigt. In ähnlicher Weise erhält man einen zweischaaligen oder zweiklappigen Verband (Port), wenn man zwischen zwei Tücher, welche in der Mitte der Länge nach durch eine Naht verbunden sind, Gypsbrei von beiden Seiten her eingiesst und damit das Glied einhüllt; die Naht bildet dann ein Charnier an der hintern Fläche.

Fig. 171.



Schraubenzwinge zur Contraextension beim Anlegen von Gypsverbänden bei Schenkelbrüchen nach Volkmann.

Fig. 172.



Beckenstütze nach V. Bruns.

Ferner ist zu erwähnen der Gypsverband aus einzelnen Bindenstreifen, welche unmittelbar vorher in Gypsbrei getaucht und nach Art der Scultet'schen Bindenstreifen direkt auf die beölte Haut gelegt werden (Adelmann, Scymanowski). In derselben Weise lassen sich auch zu einem Nothverbande zerschnittene alte Kleidungsstücke, Tücher und Lappen aller Art benützen (Pirogoff).

Ausserdem sind anzuführen die sogenannten verstärkten Gypsverbände, bei denen durch eingelegte Holzspäne (Schusterspäne), Papp-,

Holz- oder Drahtschienen eine grössere Festigkeit ohne entsprechende Vermehrung des Volumens und Gewichtes erzielt wird. Endlich die wasserfesten Gypsverbände, welche bei gleichzeitiger Anwendung von Lokalbädern Anwendung finden. Man erhält sie in der Art, dass man den Verband nach dem Trocknen mit einer alkoholischen Harzlösung (Dieffenbach) oder einer Schellacklösung oder am besten mit einer Lösung von Dammarharz in Aether (1:4) tränkt (Mitscherlich).

§. 229. Bei manchen Brüchen der unteren Extremitäten, namentlich des Oberschenkels, sind zur Anlegung eines zweckentsprechenden Gypsverbandes besondere Stütz- und Extensionsapparate von grösstem Vortheile.

Die einfachen Stützapparate oder Beckenstützen (Fig. 171 u. 172) verwendet man beim Anlegen von Gypsverbänden, welche das Becken einschliessen, um letzteres von allen Seiten frei zugänglich zu lagern. Zugleich vermitteln sie bei der Ausübung eines Zuges den Gegenzug. Hiezu dient ein senkrechter eiserner (mit Watte umwickelter) Stab, gegen den der Damm rittlings angezogen wird. Zugleich trägt er eine schmale horizontale Platte, auf welche das Kreuzbein zu liegen kommt, und kann mit einer Schraube an jedem Tische befestigt werden. Ein derartiger

Fig. 173.



Extensionsapparat zum Eingypsen der Oberschenkelbrüche nach V. Bruns.

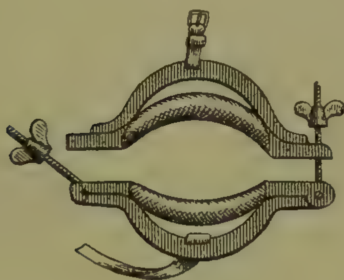
Apparat erleichtert das Herumführen der Binden um's Becken ausserordentlich, während dieses sonst durch die behufs der Contraextension um das Becken gelegten Handtücher und Riemen sehr erschwert wird. Nach dem Vorgange von Volkmann, welcher eine einfache Schraubzwinge aus Stahl construirt hat, ist heutzutage fast von jedem Chirurgen eine eigene Beckenstütze angegeben worden, welche sich übrigens sämmtlich täuschend ähnlich sehen. Im Nothfalle genügt auch eine einfache Tischlerschraube, wie sie zum Zusammenhalten frisch geleimter Gegenstände gebraucht wird; während die Touren um das Becken geführt werden, wird der Kranke an dem Stabe reitend von zwei Gehülfen emporgehoben, ohne dass der Zug unterbrochen wird, oder man schiebt unter die Kreuzgegend ein schmales gepolstertes Bänkchen nach Volkmann's Angabe.

In Ermangelung solcher Vorrichtungen empfiehlt sich ein sehr

praktisches Verfahren von Kleberg zum Anlegen einer Gypshose. Von den vier Ecken der Bettstelle aus werden kreuzweise Binden gezogen, die sich in der Mitte zu einem Flechtwerke vereinigen, auf dem Patient mit dem Becken liegt. Das Flechtwerk wird mit eingegypst und Patient nach dem Erhärten losgeschnitten.

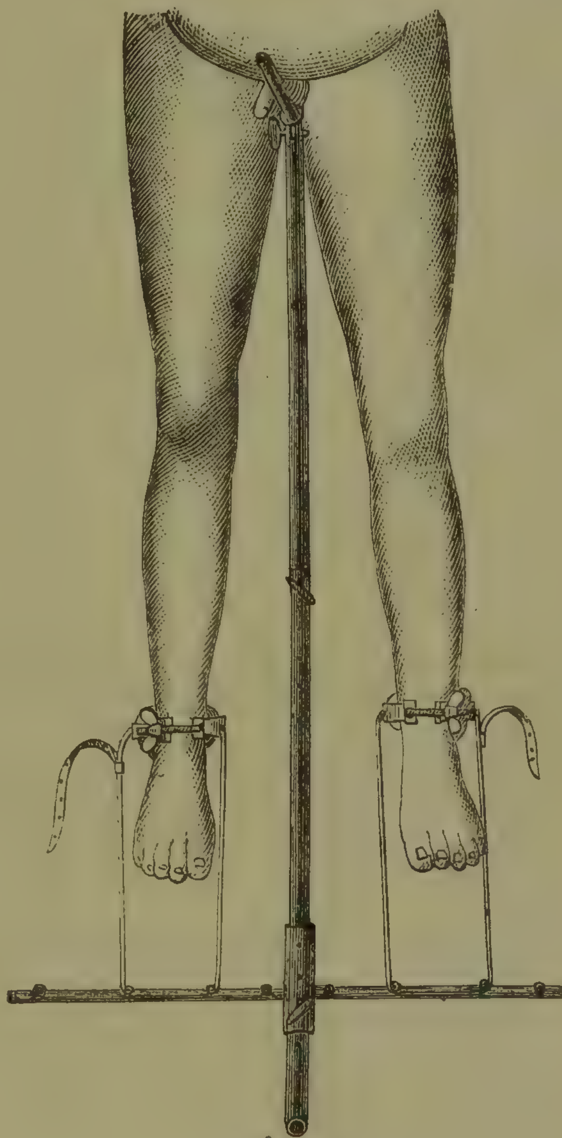
Noch vortheilhafter erweisen sich besondere Extensionsapparate beim Anlegen des Gypsverbandes, wenn es sich um Schrägbrüche des Oberschenkels mit starker Verkürzung handelt, die sich nur schwer

Fig. 174.



Klammer zur Extension oberhalb der Knöchel (zu demselben Apparat gehörig).

Fig. 175.



Derselbe Apparat, angelegt und von oben gesehen.

ausgleichen lässt (namentlich in nicht mehr frischen Fällen). Mittelst derselben lässt sich nämlich ein ganz gleichmässiger und beliebig starker Zug bis zum vollständigen Erstarren des Verbandes unterhalten, während bekanntlich die durch die Händekraft von Gehülfen bewirkte Distraktion der Fragmente trotz aller Anstrengung niemals längere Zeit gleichmässig und stetig wirkt. Derartige Apparate sind von Lücke, Heine und V. Bruns angegeben. Letzteren kann ich aus vielfacher eigener Anwendung dringend empfehlen, da er einfach zu handhaben, verhältnissmässig leicht zu transportiren und an jedem Tische zu befestigen ist. Indem ich bezüglich der genaueren Construktion auf die ausführliche Beschreibung meines Vaters [1]) und die beistehenden Abbildungen (Fig. 173—175) verweise, sei nur bemerkt, dass der Apparat im Wesentlichen aus einem eisernen Rechen besteht, welcher an der oben abgebildeten Beckenstütze (Fig. 172) angebracht wird. Der Querstab des Rechens ist verschieblich und dient in der Art zur Extension an beiden Beinen, dass letztere oberhalb der Knöchel mit besonderen Klammern (Fig. 174) gefasst werden, deren Riemen an dem

[1]) V. v. Bruns, Handb. der chir. Praxis. II. Bd. Tübingen 1873, S. 1223.

Rechen befestigt werden. Auf diese Weise können beide Beine parallel dem Längsstabe des Rechens beliebig stark eingespannt werden und sind hiebei sammt dem Becken nach allen Seiten hin frei zugänglich. Soll auch der Fuss in den Gypsverband eingeschlossen werden, so ist die Klammer um die Knöchel im Wege; an Stelle derselben lege ich dann eine Heftpflaster-Ansa (s. u. S. 334) an, durch welche die Zugriemen hindurchgeführt werden.

§. 230. Schliesslich erübrigt es noch, einige allgemeine Regeln für die Anwendung des Gypsverbandes bei Fracturen anzugeben, deren strenge Einhaltung für einen günstigen Erfolg der Fracturbehandlung absolut nothwendig ist.

Als oberster Grundsatz muss neben der sorgfältigen Anlegung eine genaue Ueberwachung des Verbandes gelten, um denselben rechtzeitig entfernen und erneuern zu können. Es gibt keine verkehrtere und gefährlichere Meinung als die, welche in dem Gypsverband einen bequemen Faulenzer sieht, den man im Vertrauen auf seine sichere Wirkung von Anfang bis zu Ende der Fracturbehandlung unbesehen liegen lassen könne. Der Gypsverband muss vielmehr, wenigstens in der ersten Zeit, ebenso sorgfältig überwacht werden, wie alle anderen Fracturverbände, ja es rächt sich sogar eine Vernachlässigung dieses Grundsatzes häufig noch schwerer als bei jenen, weil der starre Verband dem Anschwellen der Extremität nicht nachgibt. Denn die Fälle sind in der Praxis gar nicht so selten, in denen ein zu fester Gypsverband einschnürt und Gangrän erzeugt oder ein zu locker angelegter difforme Heilung zu Stande kommen lässt. Nur darf man diese üblen Folgen nicht der Verbandmethode als solcher, sondern lediglich der fehlerhaften und nachlässigen Anwendung derselben zur Last legen! Denn ebenso kann auch bei den gewöhnlichen Binden- und Schienenverbänden durch einschnürende Touren Gangrän des Gliedes herbeigeführt werden, wie ich es erst vor Kurzem in einem forensischen Falle beobachtete.

Die sorgfältige Ueberwachung des Verbandes ist um so nothwendiger, je früher derselbe angelegt wird. Bekanntlich ist es eine seit der Einführung der permanenten Verbände vielfach diskutirte Frage, wann der Verband angelegt und wann er wieder entfernt werden soll. Während früher als Regel galt, den Verband erst nach etwa 6—8—10 Tagen anzulegen, wenn die entzündliche Reaktion grösstentheils abgelaufen ist und die Bruchgeschwulst sich zertheilt hat oder jedenfalls nicht mehr in Zunahme begriffen ist, ist heute ziemlich allgemein, wenigstens in Deutschland, der Grundsatz angenommen, dass, abgesehen von bestimmten Ausnahmsfällen, der Verband möglichst bald, wenn möglich unmittelbar nach der Entstehung der Fractur angelegt werden soll. Dieses Princip rechtfertigt sich nicht blos dadurch, dass dem Kranken mancherlei Unannehmlichkeiten und Schmerzen erspart werden, sondern auch dadurch, dass die sofortige Reposition und Anlegung eines immobilisirenden und gleichmässig comprimirenden Verbandes am sichersten die lokale Reaktion in Schranken hält und der Entstehung einer stärkeren Bruchgeschwulst vorbeugt. Diese Thatsache ist durch die vielfältigste praktische Erfahrung zweifellos bestätigt. Andererseits ist aber nicht zu läugnen, dass hin und wieder

Fälle vorkommen, in denen sich wider Erwarten — sei es durch Zunahme des Blutextravasates oder durch intensivere Entzündung — eine bedeutendere Anschwellung des Gliedes im Verbande einstellt, welche selbst nach correkter Anlegung des letztern eine gefährliche Einschnürung zur Folge hat.

Glücklicher Weise sind wir nun wohl im Stande, bei genauer Controle diese Gefahr der Einschnürung rechtzeitig zu erkennen. Wir benützen als Kriterien zunächst die Klagen des Patienten über fortdauernde und sich steigernde Schmerzen, während unter günstigen Verhältnissen die Schmerzhaftigkeit der Bruchstelle nach Anlegung des Verbandes allmälig zu verschwinden pflegt, ferner den Zustand der von dem Verbande nicht bedeckten Finger und Zehen. Letztere sind bei vorhandener venöser Stase blauroth gefärbt oder gar ödematös geschwollen, ihre Temperatur erhöht oder gar erniedrigt, ihre Sensibilität herabgesetzt, so dass der Kranke in denselben ein taubes Gefühl empfindet. Es versteht sich von selbst, dass unter diesen Umständen der Verband sofort der Länge nach aufgeschnitten oder ganz entfernt werden muss. Mag man nun auch darüber streiten, ob solche Fälle häufiger oder seltener vorkommen, da sie natürlich durch grössere Uebung im Anlegen von Gypsverbänden eher vermieden werden können, so berechtigen sie doch jedenfalls zu der folgenden Einschränkung des oben aufgestellten Grundsatzes: *Die sofortige Anlegung des Gypsverbandes ist nur unter der Bedingung gestattet, dass in der ersten Zeit eine Controle des Verbandes möglich ist und wirklich ausgeübt wird.* Ich würde also beispielsweise in der Landpraxis eine frische Fractur nicht eingypsen, wenn ich den Kranken in den folgenden Tagen nicht selbst besuchen oder durch einen Sachverständigen überwachen lassen könnte.

Ausser dieser von äusseren Umständen abhängigen Contraindikation kommen noch in einzelnen Fällen lokale Complikationen vor, welche den frühzeitigen Verband verbieten. Zu diesen gehört eine heftige Contusion und drohende Gangrän der Haut, ein umfangreiches Blutextravasat mit bedeutender Spannung der Haut, eine bestehende lebhafte Entzündung an der Bruchstelle, welche etwa zur Eiterung tendirt. Ist dagegen nur eine stärkere Bruchgeschwulst vorhanden, wenn eine nicht reponirte Fractur erst nach Ablauf mehrerer Tage in Behandlung kommt, so schliesst dieselbe die Applikation des Verbandes nicht aus, da er durch Immobilisirung der Fragmente und gleichmässige Compression antiphlogistisch wirkt und die entzündliche Schwellung der Weichtheile am schnellsten zu beseitigen vermag. Nur wird unter diesen Umständen die Erneuerung des Verbandes schon nach kurzer Zeit nothwendig, weil er nach Beseitigung der Anschwellung zu locker liegt und nicht mehr gegen die Wiederkehr der Dislokation schützt.

Endlich noch die Frage, wann der zuerst angelegte Verband wieder entfernt werden soll. Dieser Zeitpunkt hängt wesentlich davon ab, in welchem Stadium derselbe angelegt worden ist.

Ist die Fractur *frisch* eingegypst worden, so ist es nur in den einfachsten Fällen ohne alle Dislokation der Fragmente gerathen, den ersten Verband ohne Wechsel bis zur vollständigen Heilung liegen zu lassen. Ich betrachte jedoch diese Fälle nur als Ausnahmen und stelle

als Regel auf, den Verband stets nach 1—2 Wochen, jedenfalls aber innerhalb der ersten Hälfte der Heilungsdauer abzunehmen und zu erneuern. Denn zu dieser Zeit ist der Callus noch so weich und nachgiebig, dass sich eine etwa noch fortbestehende Dislokation leicht ausgleichen lässt. Andernfalls läuft man Gefahr, beim Abnehmen des Verbandes den Bruch mit mehr oder minder auffälliger Dislokation geheilt zu finden — und wie oft sieht man solche schlecht geheilte Fracturen, welche lediglich durch die Unterlassung einer rechtzeitigen Correktur und Erneuerung des Verbandes verschuldet sind!

Ist der Verband während des Reaktionsstadiums bei bestehender Bruchgeschwulst angelegt worden, so wird die Erneuerung meist schon nach kürzerer Zeit nothwendig, weil er nach der Zertheilung der Anschwellung alsbald zu lose liegt.

Ist endlich der Verband erst später, nach Ablauf der Reaktion und Abnahme der Bruchgeschwulst applicirt worden — wie es noch von manchen Chirurgen principiell geschieht —, so kann er in der Regel bis zur vollendeten Heilung liegen bleiben und braucht nur bei besonders rebellischen Dislokationen erneuert zu werden.

Schliesslich ist noch daran zu erinnern, dass bei Fracturen in der Nähe und innerhalb der Gelenke der Verband nach Ablauf einiger Wochen wiederholt abgenommen werden muss, um die Bewegungsfähigkeit des Gelenkes zu untersuchen, eventuell methodische Bewegungen auszuführen und hiedurch der drohenden Ankylose vorzubeugen. Auch ist es gerathen, wiederholt mit der Stellung des Gelenkes innerhalb des Verbandes zu wechseln und dasselbe bald in mehr gestreckter, bald in mehr gebeugter Haltung zu fixiren (s. u. Cap. V Nachbehandlung).

III. Extensionsverbände.

Die Extensionsverbände bei Fracturen haben den Zweck, die während der Reposition durch die Händekraft der Gehülfen bewirkte Extension und Contraextension während der Heilung dauernd zu unterhalten, also eine permanente Distraktion der Fragmente zu bewirken. Sie finden ihre Anwendung bei Schrägbrüchen der Röhrenknochen mit Verkürzung, namentlich an der untern Extremität, bei denen es vor allen Dingen darauf ankommt, die normale Länge des Beines wieder herzustellen. Die meisten derselben sind speciell für die Fracturen des Oberschenkels bestimmt.

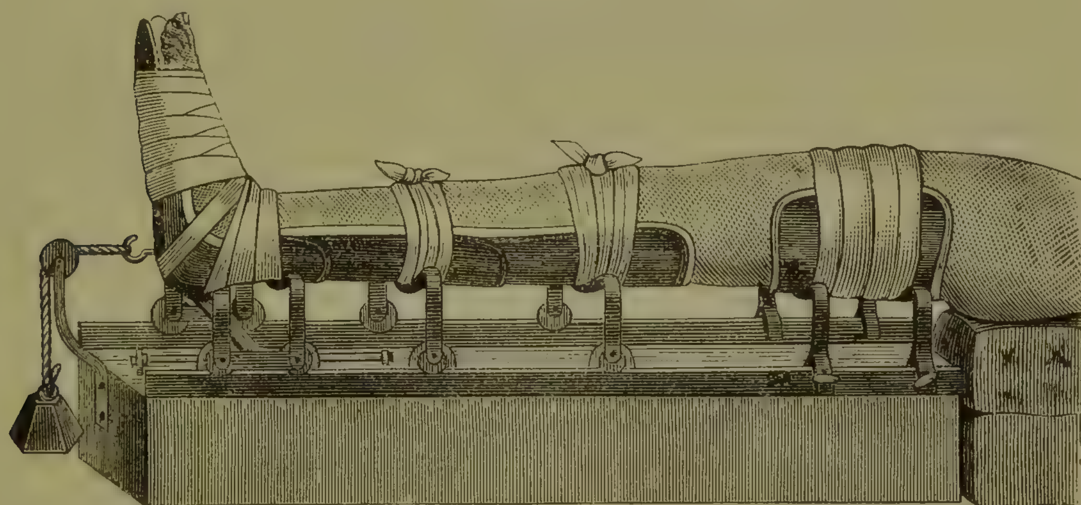
§. 231. Die grosse Anzahl der älteren Extensionsverbände und Extensionsapparate, welche von den ältesten Zeiten (Hippokrates) bis vor wenig mehr als einem Decennium construirt worden sind, haben ihren Zweck nur in sehr ungenügender Weise und nicht ohne Nachtheile und Gefahren für den Kranken zu erfüllen vermocht. Sie haben desshalb heute sämmtlich nur noch historischen Werth, so dass es an folgenden kurzen Angaben über dieselben genügen mag.

Die Mehrzahl derselben sind Schienenverbände, welche für die gestreckte Stellung der Extremität berechnet sind. Es ist entweder eine einfache lange Schiene an der äusseren Seite des gebrochenen Gliedes, welche nach aufwärts bis über die Hüfte, nach abwärts bis über die

Fusssohle hinausreicht (Desault), oder sie trägt an ihrem untern Ende ein quer oder schräg gestelltes oder stellbares Fussbrett (Boyer, van Houte, Alban). Oder es sind zwei durch ein Fussbrett verbundene Schienen an der äusseren und inneren Seite des gebrochenen Gliedes (Volpi, Houston, Unger) oder endlich eine mit Fussbrett versehene Schiene an der äusseren Seite des gesunden Gliedes (Hagedorn, Dzondi). Die Extension gegen das untere Ende der Schiene geschieht mittelst Binden, Gurten, Gamaschen, welche oberhalb des Fuss- oder Kniegelenks angelegt und entweder in gehöriger Spannung einfach am Fussende der Schiene oder am Fussbrett befestigt oder mit Hülfe von Winden, Kurbeln, Knebeln etc. angespannt werden. Die Contraextension wird an dem obern Ende der Schiene gleichfalls mittelst Tüchern, Schlingen oder Gurten ausgeübt, welche um das Perineum herum verlaufen.

In ähnlicher Weise sind auch an den bereits erwähnten Lagerungsapparaten, den Beinladen, Fussbetten und Schweben, Extensions-

Fig. 176.



Dumreicher's Eisenbahnapparat für Brüche des Ober- und Unterschenkels, modificirt von V. Bruns.

vorrichtungen angebracht worden, indem mit Binden und Schlingen, Kurbeln und Rollen ein Zug am Fusse ausgeübt wurde. Ferner kann das Planum inclinatum duplex (§. 195) bei Oberschenkelbrüchen in der Art zur Extension verwendet werden, dass die Länge des Oberschenkelbrettes die des Oberschenkels selbst etwas übertrifft, so dass das untere Rumpfende hohl liegt und durch sein Gewicht die Extension besorgt, während in der Kniekehle die Contraextension stattfindet. Auch die Aequilibrialschweben (Mojsisovics, Middeldorpf) gehören hieher, welche bei rechtwinkliger Beugung in Hüft- und Kniegelenk durch Hebelwirkung, beziehungsweise nach dem Princip der römischen Waage eine Distraktion der Bruchstelle am Oberschenkel bezwecken.

Endlich ist noch aus der neueren Zeit der Eisenbahnapparat von Dumreicher (Fig. 176) anzuführen, bei welchem die Extremität auf einer mit Rädern versehenen Hohlschiene ruht; letztere läuft auf einem gegen das Fussende zu abschüssigen Untergestell mit Schienen, wobei die Schwere des Beines allein oder ein angehängtes Gewicht extendirt.

Die offenbaren Nachtheile, welche allen diesen Apparaten fast in gleicher Weise zur Last fallen und sie zum Theil zu wahren Marterwerkzeugen gestalten, bestehen einmal darin, dass sie den Kranken zu lange dauerndem absolutem Stillliegen zwingen und ausserdem durch den Druck der Schlingen, Riemen und Gurten nicht nur anhaltende Schmerzen, sondern auch häufig Decubitus verursachen. Auch die doppelte schiefe Ebene und die Aequilibrialschweben machen hievon keine Ausnahme, da sie an dem Unterstützungspunkte in der Kniekehle einen gefährlichen Druck ausüben. Ueberdiess vermag aber keiner der Apparate eine genügende und gleichmässige Zugkraft auf die Dauer zu unterhalten, da die Binden nachgeben, die Riemen sich lockern und auch das Becken nicht ausreichend fixirt ist. Kurz gesagt: die Apparate sind entweder unwirksam, wenn sie in erträglichem Grade extendiren, oder schädlich, wenn sie einen wirksamen Zug ausüben. Ein Blick auf die Tafeln des Richter'schen Handbuches der Fracturenlehre, welche die älteren Apparate für Oberschenkelbrüche in grosser Anzahl enthalten, spricht beredter hiefür als alle weiteren Auseinandersetzungen.

§. 232. An Stelle aller dieser Apparate ist die moderne Methode der Gewichtsextension getreten, welche einfach, wirksam und unschädlich zugleich ist. Denn ihre wesentlichen Vortheile bestehen darin, dass sie den Kranken nicht in starre Apparate einzwängt und keinerlei cirkuläre Einschnürung erzeugt, sondern nur durch einen über eine grosse Oberfläche vertheilten Zug an der Haut wirkt. Durch den constanten Zug der Gewichte werden alle Kräfte, welche die Bruchstücke übereinander zu schieben und das Glied zu verkürzen streben, namentlich die Muskelcontraktionen überwunden, und ausserdem kann dem untern Fragmente auf sehr einfache Weise durch Erhebung oder Abduktion des untern Gliedabschnittes eine solche Richtung gegeben werden, dass es vollständig in die Richtungslinie des obern Fragmentes gebracht wird.

War die Gewichtsextension auch schon Hippokrates bekannt, so haben doch erst neuerdings amerikanische Chirurgen (Gurdon Buck, Crosby u. A.) die Technik derselben so weit ausgebildet, dass sie sich nach kurzer Zeit jetzt schon allgemein eingebürgert hat. Für ihre Einführung und Verbreitung in Deutschland hat sich Volkmann entschiedene Verdienste erworben.

Die Technik des Verbandes — wir wählen als Beispiel einen Oberschenkelbruch — ist kurz folgende. Wo nur immer möglich, bedient man sich zur Applikation des Gewichtes der einfachen Heftpflaster-Ansa. Ein 6 — 8 cm breiter Heftpflasterstreifen wird zu beiden Seiten des Unterschenkels und des Oberschenkels bis gegen die Bruchstelle hin in der Art angeklebt, dass seine Mitte eine etwa handbreit von der Fusssohle abstehende freie Schlinge bildet. Diesen Streifen noch durch cirkuläre Touren mit einem zweiten schmäleren Heftpflasterstreifen zu befestigen, wie gewöhnlich empfohlen wird, ist überflüssig und aus dem Grunde zu widerrathen, weil diese Cirkeltouren sehr leicht Decubitus über den Malleolen und der Achillessehne erzeugen, sobald der Heftpflasterverband etwas nach abwärts gleitet. Eher empfiehlt es sich, nach dem Verfahren von Taylor die beiden Enden der Heftpflaster-Ansa von der Mitte des Unterschenkels aufwärts nach

Art einer Geissel zu spalten, das mittlere breitere Stück in der Achse des Gliedes zu befestigen und die übrigen Streifen in sehr steil ansteigenden Hobeltouren darüber zu führen. Jedenfalls wird der Heftpflasterverband nachträglich, um ihm mehr Halt zu geben, mit einer Flanellbinde in regelmässigen Touren bedeckt, so dass nur der um die Sohle greifende Theil der Schlinge frei bleibt. Dieser letztere wird nun durch einen schmalen, an beiden Enden eingekerbten Holzsprenkel (Steigbügelbrettchen) auseinandergedrängt, der etwas länger ist, als der Querdurchmesser der Knöchelgegend beträgt, um einestheils die Malleolen vor dem Druck der angespannten Heftpflasterschlinge zu schützen und anderntheils zur Befestigung der das Gewicht tragenden Schnur zu dienen.

Als Ersatz für die Heftpflaster-Ansa in denjenigen Fällen, in denen kein gutes Heftpflaster zur Hand ist oder bei empfindlicher Haut Ekzem durch dasselbe bewirkt wird, habe ich häufig und namentlich bei Kindern mit bestem Erfolge einen mit Collodium getränkten Bindenstreifen benützt, der, ohne eine Spur von Hautreizung zu bewirken, sogar mehrere Monate lang haftet. Oder man bedient sich des von Volkmann angegebenen Verfahrens: die Extremität wird bis dicht an die Bruchstelle hinauf mit einer Flanellbinde sehr genau eingewickelt und an dieser eine Ansa aus einem leinenen Bindenstreifen in der Weise befestigt, dass dieselbe beiderseits an jede einzelne Cirkeltour der Flanellbinde mit je einer Nadel festgesteckt wird. Darüber wird die Extremität, um die Nadeln zu decken und dem Verbande noch mehr Halt zu geben, mit einer zweiten gleichfalls möglichst knapp angelegten Binde eingewickelt. Dagegen ist es gar nicht zu empfehlen, die Extensionsschlinge an einem Gypsstiefel zu befestigen, da derselbe schon

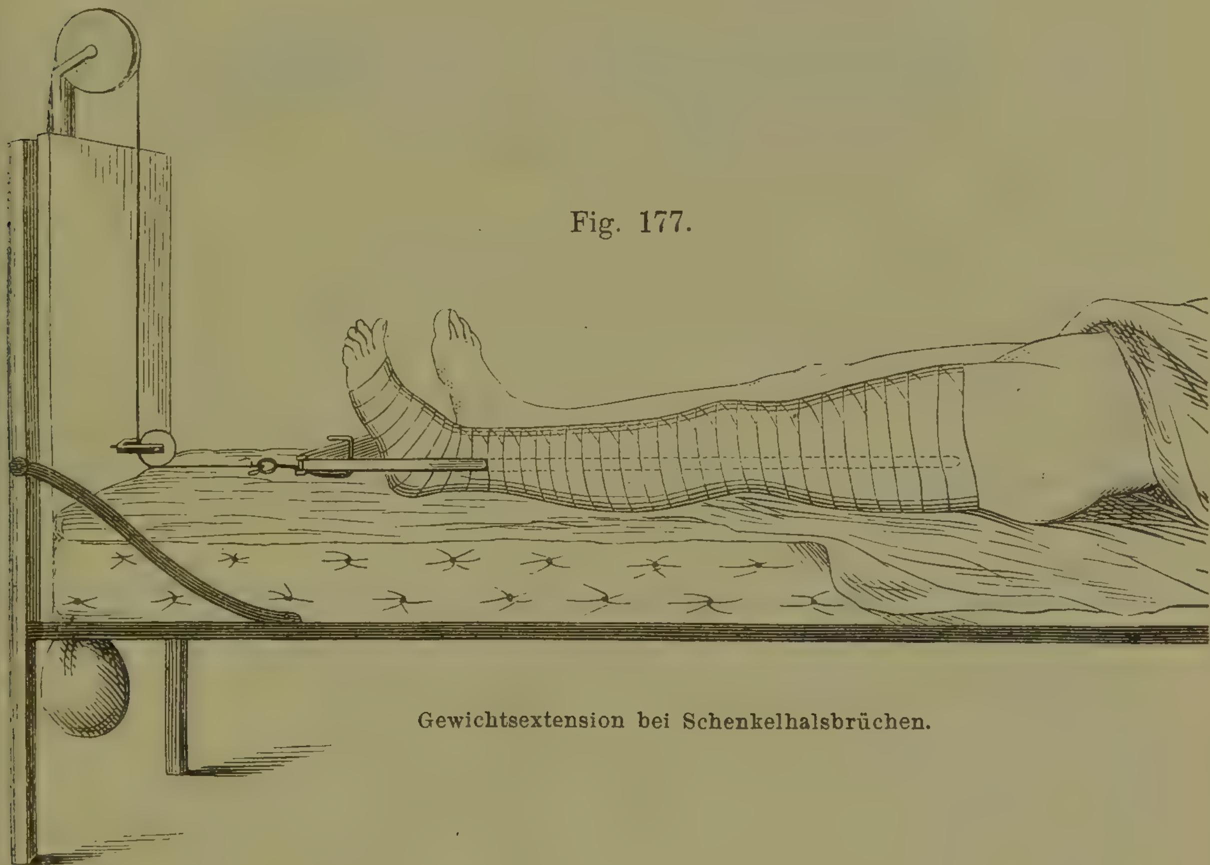


Fig. 177.

Gewichtsextension bei Schenkelhalsbrüchen.

bei geringer Belastung Decubitus auf dem Fussrücken und an der Ferse erzeugt.

An dem Steigbügelbrettchen wird nun die Schnur für die Extensionsgewichte entweder mittelst eines starken Drahthakens oder in der Weise angebracht, dass man die Schnur durch ein Loch in der Mitte des Brettchens hindurchzieht und durch einen starken Knoten am Zurückgleiten verhindert. Dann wird die Schnur über eine oder zwei Rollen geleitet, welche entweder an dem Fussende der Bettstelle selbst oder an einem besondern Rollenträger, der an die Bettstelle geschraubt wird, angebracht sind. Hiebei ist sehr genau darauf zu achten, dass die Rolle so placirt wird, dass der Zug in der Achse des Beines wirkt (Fig. 177).

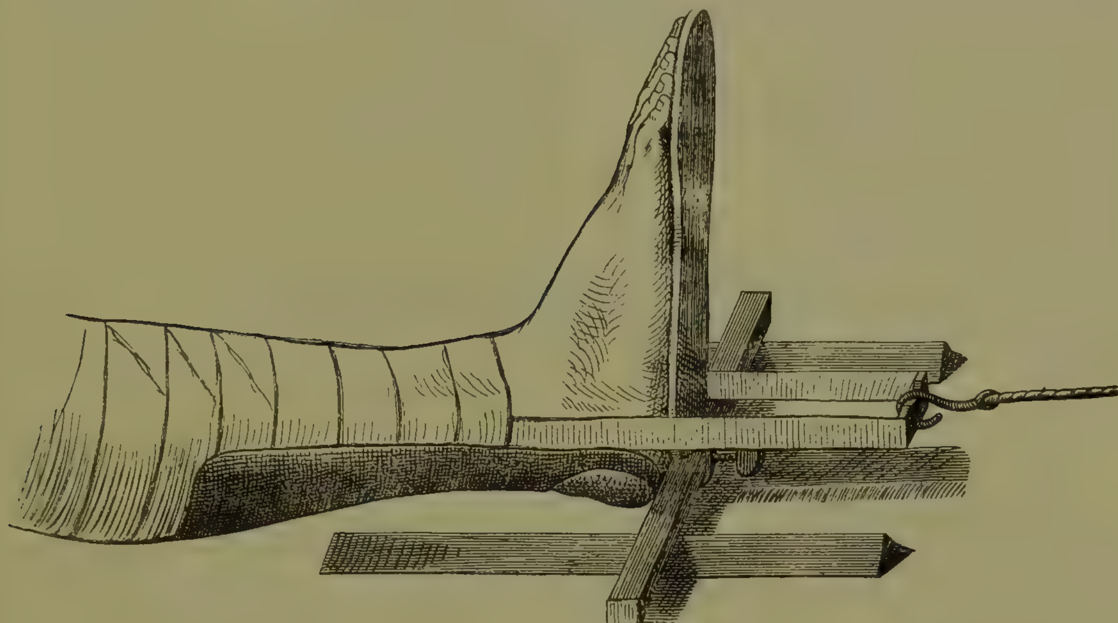
Als Gewichte werden am einfachsten abgewogene Sandsäcke oder Steine in einem Tuche oder eiserne Gewichtsstücke benützt. Man thut gut, dieselben erst einige Stunden nach der Applikation des Heftpflasters anzuhängen und allmälig mit der Belastung zu steigen. Die Grösse der letztern hängt vorzugsweise davon ab, wie viel von der Zugkraft durch die Reibung des frakturirten Gliedes auf der Unterlage verloren geht. Wird die Friktion grösstentheils vermieden, so hängt man zunächst etwa 3, später bis zu 6—8 kg an, bei Kindern begnügt man sich mit der Hälfte.

Die Contraextension wird je nach dem Grade der Belastung in verschiedener Weise ausgeübt. Bei geringer Belastung vermag der Kranke selbst das Hinabgleiten des Rumpfes im Bette dadurch zu verhüten, dass er sich mit dem nicht verletzten Beine gegen einen Holzklotz, eine Kiste oder Fussbank anstemmt, welche zwischen das Fussbrett des Bettes und den gesunden Fuss gestellt wird. Sicherer ist es, die Körperschwere des Kranken als Gegengewicht zu benutzen, indem man das Fussende des Bettes durch Unterlegen von Ziegeln und dergleichen höher stellt (Gurdon Buck), oder indem man das gebrochene Glied auf einer schiefen Ebene lagert (Volkmann). Letztere besteht aus einem gepolsterten Brette, welches von der Hinterbacke über den Fuss hinausreicht und an seinem untern Ende die Rolle für die Gewichtsschnur trägt, und ist insbesondere bei den Fracturen des Oberschenkels mit Dislokation des obern Fragmentes nach vorne von Nutzen. Bei stärkeren Belastungen benützt man einen um den Damm geschlungenen fingerdicken Gummischlauch, der am Kopfende des Bettes befestigt wird. Befindet sich das obere Fragment, wie es bei Fracturen des obern Drittheils des Oberschenkels fast immer der Fall ist, in stark abducirter Stellung, so genügt es, den Perinealgurt an der gesunden Seite anzubringen: nach kurzer Zeit senkt sich in Folge der Belastung das Becken auf der verletzten Seite und bewirkt eine Adduktion des obern Fragmentes, und während das Gewicht den unterhalb der Bruchspalte befindlichen Theil des Gliedes in die Längsachse des Körpers einstellt, führt die Beckensenkung an dem obern Bruchende die gleiche Bewegung herbei (Volkmann).

Endlich bedarf es noch einer Vorkehrung, um die Reibung des gebrochenen Gliedes auf der Unterlage zu vermindern und die Rotation des untern Fragmentes, also das Umfallen des Fusses zu verhüten.

Hiezu dient die Lagerung auf Volkmann's schleifendem Fussbrett (Fig. 178).

Fig. 178.



Volkmann's schleifendes Fussbrett.

Es besteht aus einer kurzen, mit Hackenausschnitt versehenen Unterschenkelrinne und einem senkrechten Fussbrett, das mittelst einer Schraube zum Gebrauche für beide Extremitäten eingestellt werden kann. Beide Theile sind an einem queren, etwa fusslangen, platten, vierkantigen Holzstabe befestigt, welcher selbst wieder auf zwei prismatischen Hölzern schleift, die parallel zu beiden Seiten des Unterschenkels auf die Matratze gelegt sind, so dass ihr unteres Ende die Fusssohle beträchtlich überragt. Der Apparat muss am Hackenausschnitt sehr gut gepolstert sein, um keinen Druck zu erzeugen; letzteres lässt sich noch sicherer vermeiden, wenn die Unterschenkelrinne bis gegen die Kniekehle verlängert wird und daselbst mit einem zweiten Querholz versehen wird (Lossen).

Ein ähnliches Schleifbrett ist von Riedel angegeben, welches auf der Unterfläche mittelst Rollen auf kleinen Drahtschienen läuft [1]). Noch einfacher ist die v. Wahl'sche Vorrichtung, die von jedem Tischler anzufertigen ist; das Bein wird in einer Holzrinne mit Fussbrett gelagert, welches in einem länglichen Holzkasten auf losen Holzrollen läuft; durch Einschalten grösserer Rollen am vordern Ende kann man dem Beine je nach Bedürfniss eine erhöhte Lage geben (Fig. 179).

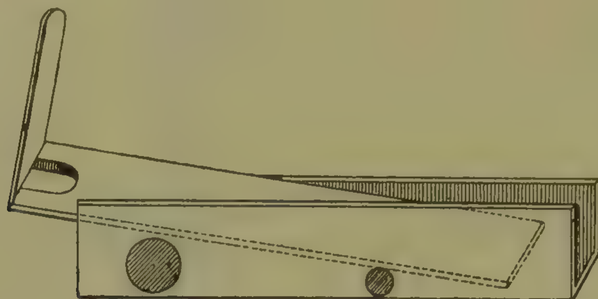
Anstatt derartige Apparate zu benützen, kann man sich auch dadurch helfen, dass man über den Heftpflasterverband einen Gypsverband anlegt und in denselben oberhalb der Ferse ein Querholz einschliesst, welches auf zwei der Länge nach untergelegten runden oder prismatischen Hölzern gleitet.

Am sichersten wird natürlich die Reibung vermieden durch Suspension des Gliedes. Man benützt hiezu entweder einen Drahtrahmen (Smith's vordere Drahtschiene) oder eine vordere Filz- oder Gyps-

[1]) Die Abbildung des Apparates ist in König's Lehrbuch der Chirurgie, II. Bd., S. 839, enthalten, sowie in den Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie, 6. Congress, Berlin 1877, S. 99.

schiene, welche mit Oesen oder Ringen zur Suspension versehen ist und mit einer Rollbinde an der vordern Seite des Gliedes applicirt wird; sie muss von der Inguinalfalte bis zu den Zehen reichen und bei leichter Beugung im Hüftgelenke und nicht ganz vollständiger Streckung im Kniegelenke angepasst werden.

Fig. 179.



Schleifbrett nach v. Wahl[1]).

Abweichend von diesen Vorschriften habe ich bei Oberschenkelbrüchen solcher Kinder, welche noch nicht gehen gelernt haben, mit dem besten Erfolge die Extension bei senkrechter Elevation des Gliedes angewandt. Die Contraextension wird durch das Körpergewicht ausgeübt, sobald das angehängte Gewicht so stark gewählt wird, dass das Gesäss des Kindes nur eben von der Unterlage etwas abgehoben wird. Da nämlich diese Kinder ihre Oberschenkel noch nicht gestreckt haben und in der Rückenlage die Beine an den Leib angezogen halten, so ist auch das obere Fragment gewöhnlich nach vorne aufgerichtet und lässt sich in gestreckter Stellung durch Schienen nicht gehörig niederdrücken. Bei vertikaler Extension wird dagegen die Achsenknickung ausgeglichen, zugleich am besten der Verband vor Durchnässung geschützt und die Defäkation sehr erleichtert, so dass ich denselben wiederholt 2—3 Wochen unverändert liegen lassen konnte.

Neuerdings ist dasselbe Verfahren auch von Lentze empfohlen worden. Derselbe legt ausserdem zur Vermeidung der Dislocatio ad peripheriam einen Gypsverband um den untern Theil des Unterschenkels und den Fuss, in welchem an der Achillessehne ein prismatisches Holz eingegypst ist, das zwischen zwei an jeder Seite befindlichen ähnlichen Hölzern, welche an dem die Extensionsrolle tragenden Gestell befestigt sind, hin- und hergleitet.

§. 233. Ueber die Vortheile der Gewichtsextension, namentlich bei Oberschenkelbrüchen stimmen die Ansichten der meisten Chirurgen heutzutage im Ganzen überein. Auch meine eigenen Erfahrungen bestätigen durchaus die ihr von Volkmann vindicirten Vorzüge, die jedoch hier nur kurz berührt werden können, da ihre genauere Erörterung in das Capitel der speciellen Therapie der Oberschenkelfracturen gehört.

Die Gewichtsextension gestattet eine ruhige und für den Verletzten bequeme Lagerung und beseitigt rasch die Schmerzen und Muskelzuckungen. Sie begünstigt gegenüber den Cirkulärverbänden eine entschieden reichlichere und voluminösere Callusbildung und raschere Consolidation, da die Blutzufuhr durch keine cirkuläre Compression von aussen gehemmt wird. Die Heilung erfordert daher durchschnittlich nur zwei Drittel der Zeit, die bei der Anwendung des Gypsverbandes nöthig ist, nämlich bei subkutanen Fracturen der Diaphyse des

[1]) C. Gerhardt, Handb. der Kinderkrankheiten. 6. Bd., 2. Abth. Tübingen 1880. S. 408, Fig. 9.

Oberschenkels statt 6—8 nur 4—6 Wochen; in 10 Fällen Volkmann's betrug die durchschnittliche Heilungsdauer sogar nur 27 1/2 Tage, bei Kindern unter 7 Jahren erfolgt die Consolidation nach den Erfahrungen Gritti's (an 33 Kindern) stets innerhalb der ersten 3 Wochen. Der grösste Vortheil aber besteht darin, dass die Methode eine möglichst geringe Verkürzung zu Stande kommen lässt und hierin gerade in den schwersten Fällen mehr leistet als alle anderen Verfahren, also namentlich bei sehr schiefen Brüchen mit starker Dislokation und bei sehr muskulösen Individuen.

Beispielsweise betrug in den oben erwähnten 10 Volkmann'schen Fällen die Verkürzung durchschnittlich nur 0,7 cm und in 12 weiteren von Bidder aus der Volkmann'schen Klinik mitgetheilten Fällen 2mal 2 1/2 cm, 2mal 1 1/2, 4mal 1 cm und in 4 Fällen war überhaupt keine messbare Verkürzung vorhanden. Desgleichen erzielte Gurdon Buck bei 117 einfachen Oberschenkelfracturen folgende Resultate: von 38 Kindern zeigten 33 überhaupt keine Verkürzung nach der Consolidation, und die grösste Verkürzung betrug in 2 Fällen 1 Zoll; bei 79 Erwachsenen war in 12 Fällen gar keine Verkürzung vorhanden, in den übrigen betrug sie kaum 1/2 Zoll.

Ausserdem bietet die Gewichtsextension grosse Vortheile bei gleichzeitigen Hautwunden, ausgedehnten Sugillationen und starker Bruchgeschwulst, da sie die Bruchstelle ringsum für die Besichtigung und Untersuchung völlig frei lässt, und ist daher bei complicirten Fracturen des Oberschenkels fast unentbehrlich, um gleichzeitig den antiseptischen Verband in genügender Ausdehnung anlegen zu können.

Die Versuche, die Gewichtsextension auch auf die Behandlung der Fracturen der obern Extremität auszudehnen (Hofmokl) haben keine grosse praktische Bedeutung, da bei letzteren die Contentivverbände ihrer Aufgabe völlig genügen und überdiess eine zurückbleibende Verkürzung von ungleich geringerer Bedeutung ist, als an der untern Extremität.

§. 234. Neben der Gewichtsextension gebührt noch der elastischen Extension eine wenn auch sehr untergeordnete Stelle. Sie findet hie und da bei Fracturen der obern Extremität Anwendung, bei solchen der untern Extremität nur als Transport- oder provisorischer Verband. Im Allgemeinen pflegt man zu solchen elastischen Zugverbänden eine lange Schiene zu benützen, welche die Spitze des Gliedes überragt; während ihr oberes Ende behufs der Contraextension entsprechend fixirt ist, wird gegen ihr vorstehendes unteres Ende die Extension mittelst Kautschukzügen bewerkstelligt. Im Vergleiche zur Gewichtsextension ist die Wirkung der elastischen Extension weder so constant noch auch so genau zu reguliren.

Einige Beispiele mögen zur Erläuterung der Verbandtechnik dienen.

Bei gewissen Brüchen der Vorderarmknochen, welche ausnahmsweise eine solche Neigung zur Verkürzung und Annäherung der Bruchenden im Spatium inteross. haben, dass sie durch einen Contentivverband nicht ausreichend aufgehoben wird, kann ein Zugverband mittelst einer doppelt rechtwinkelig gebogenen Schiene angelegt werden (V. Bruns). An dem obern vertikalen Schenkel der Schiene wird der Oberarm behufs der Contraextension mit einer Binde befestigt, der Vorderarm und die Hand ruhen auf dem horizontalen Theil der Schiene, welcher die Fingerspitzen überragt. Die Kautschukzüge werden nun mittelst eines Heftpflaster- oder Bindenverbandes, der gerade wie bei der Gewichtsextension am Vorderarm unterhalb der Bruchstelle angelegt wird, befestigt und gegen den untern senkrechten Schenkel der Schiene angezogen. In ähnlicher Weise lässt

sich auch bei Brüchen eines Mittelhand- oder Phalangenknochens mit Verkürzung des betreffenden Fingers ein Zugverband an demselben anbringen.

Fig. 180.



Esmarch's Verband zur elastischen Extension bei Oberschenkelbrüchen.

Für Fracturen der untern Extremität hat Esmarch einen elastischen Extensionsverband angegeben, welcher sich gut zum Transportverband eignet (Fig. 180). Zuerst wird in der früher beschriebenen Weise eine Heftpflaster- oder Binden-Ansa mit Steigbügelbrettchen angelegt. An die äussere Seite des Gliedes kommt die lange Desault'sche Schiene (für die Kriegspraxis zerlegbar eingerichtet) mit zwei Einschnitten an ihrem obern Ende, an welchem sowohl der quere Beckengurt als der Perinealschlauch zur Contraextension befestigt wird. An dem untern, die Fusssohle überragenden Ende der Schiene ist ein eiserner abnehmbarer Haken angebracht, und zwischen diesem und dem Steigbügelbrettchen wird schliesslich ein Kautschukschlauch eingeschaltet, welcher in beliebiger Spannung einen Zug in der Achse des Gliedes ausübt.

IV. Unmittelbare Retentionsapparate.

§. 235. Bei den sämmtlichen bisher angeführten Arten von Fracturverbänden ist die Einwirkung auf die Fragmente nur eine mittelbare, da sie von aussen auf die Haut applicirt werden und somit durch eine mehr oder minder dicke Weichtheilschichte von den Bruchstücken selbst getrennt bleiben.

Diesen steht das Verfahren der unmittelbaren Fixirung der Fragmente gegenüber, bei welchem haken-, stachel- oder schraubenförmige Instrumente durch die bedeckenden Weichtheile hindurch direkt in die Bruchenden selbst eingesenkt werden, um dieselben in genauem Contakte zu erhalten.

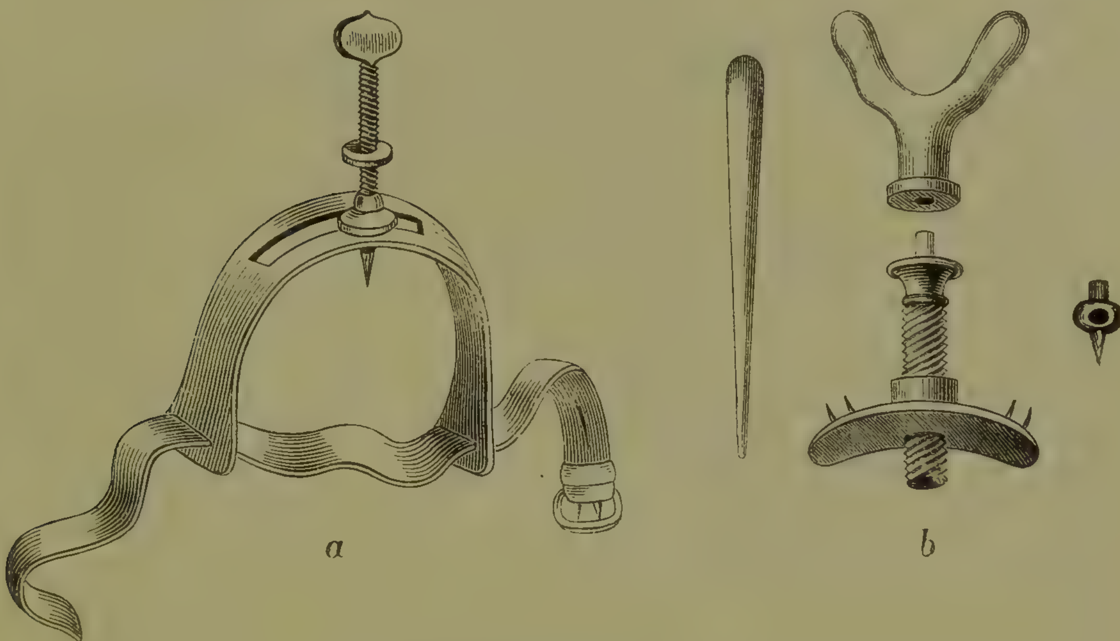
Das Verfahren ist wegen der Perforation der Weichtheile natürlich eingreifender und gefährlicher als die übrigen Fracturverbände und daher nur in Ausnahmefällen gestattet, in denen eine besonders rebellische Dislokation der Fragmente auf keine andere Weise zu beseitigen ist. Auch hat dasselbe nur bei einigen bestimmten Fracturen, wie denen der Tibia und der Patella allgemeineren Eingang gefunden, so dass es an dieser Stelle an einer kurzen Zusammenstellung der hieher gehörigen Verfahren genügt und bezüglich des näheren Details auf die specielle Fracturenlehre zu verweisen ist.

§. 236. Der erste und einfachste Apparat ist der Malgaigne'sche Stachel (Fig. 181 a.) Er ist speciell für die Schrägbrüche der Tibia mit Vorstehen der Spitze des obern Fragmentes und drohender Perforation der Haut bestimmt.

Der Apparat besteht aus einem eisernen, mit Schraubengängen und einer feinen Spitze versehenen Stachel, der an einem Stahlbügel beweglich befestigt ist und in das hervorragende Fragment eingesenkt wird, um es beliebig stark niederzudrücken. Der Stahlbügel lässt sich mittelst eines Riemens an jeder Schiene anbringen (Fig. 182) oder in einen gefensterten Gypsverband einschliessen.

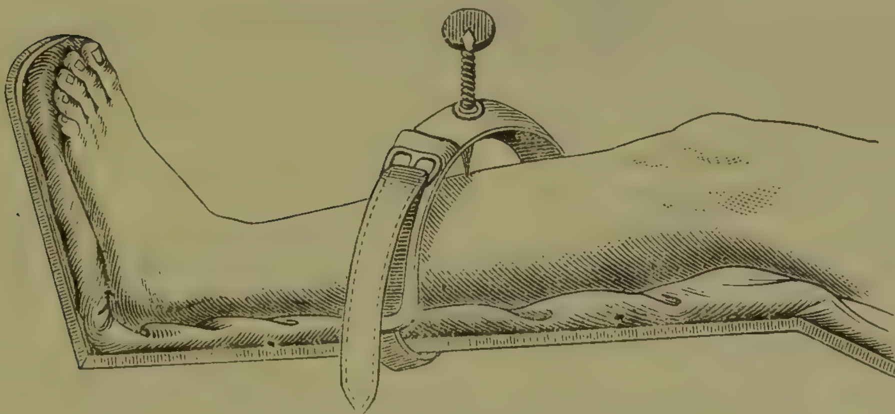
Uytterhoeven modificirte den Stachel in der Art, dass die Spitze desselben sich nicht mit der Schraube dreht, sondern einfach vorwärts geschoben wird; sie sitzt lose im untern Ende der Schraube und wird während des Umdrehens der Schraube mittelst eines quer hindurchgesteckten Stabes fixirt (Fig. 181 b). Auf diese Weise wird das Aufwirbeln der Haut vermieden.

Fig. 181.



Malgaigne's Stachel (a) und die Modifikation desselben von Uytterhoeven (b).

Fig. 182.



Malgaigne's Stachel bei einer Fractur der Tibia angelegt.

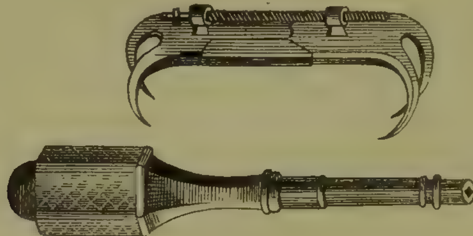
Der Malgaigne'sche Stachel ist zweifellos bei sehr hartnäckiger Neigung zur Dislokation das wirksamste Mittel, wenn auch in den meisten, namentlich frischen Fällen, die Anwendung geeigneter Lagerungs- und Contentivverbände oder unter Umständen die permanente Gewichtsextension vollkommen ausreicht. Mittelst der Metallspitze lässt sich das vorstehende Bruchende leicht und sicher niedergedrückt er-

halten, und die Bedenken, welche sich gegen die kleine Verletzung der Haut und Knochenrinde erheben liessen, sind durch die Erfahrung längst widerlegt. Selbst bei längerer (1—2—4 Wochen dauernder) Applikation entsteht höchstens eine geringe und umschriebene Reizung der Haut mit minimaler Sekretion, und nach der Entfernung des Stachels heilt die kleine Perforationsstelle in der Haut sehr rasch und ohne Exfoliation von Knochen. Von Seiten des Kranken werden an der Implantationsstelle nur vorübergehende Schmerzen geklagt, wohl aber bei zu starkem Drucke an der Ferse. Neuerdings sind von Saint-Martin 52 Beobachtungen französischer Chirurgen zusammengestellt, in denen der Stachel bei Fracturen der Tibia mit Erfolg und ohne Schaden in Anwendung gezogen wurde (darunter einmal 45 Tage lang), und ausserdem hat Ollier 17—18mal von der Spitze Gebrauch gemacht, wobei nur 2 Patienten dieselbe wegen Schmerzen nicht ertrugen.

§. 237. Aehnlich verhält es sich mit der Malgaigne'schen Klammer für die Querbrüche der Patella (Fig. 183).

Sie besteht aus zwei scharfen Doppelhaken, von denen der eine durch die Haut hindurch in den obern Rand des obern Fragmentes, der andere in den untern Rand des untern Bruchstückes eingesetzt wird. Beide Doppelhaken werden mittelst Anziehen einer horizontal liegenden Schraube bis zur unmittelbaren Berührung der Bruchflächen einander genähert. Der Apparat bleibt 2—4 Wochen liegen. Da die kreisförmig gebogenen Haken an der Vorderfläche der Bruchstücke leicht abgleiten, hat Wutzer denselben eine stumpfwinkelige Biegung gegeben.

Fig. 183.



Malgaigne's Hakenklammer mit Schraubschlüssel.

Die Hakenklammer hat sich bei sehr häufiger Anwendung im Allgemeinen als wirksam und zugleich unschädlich erwiesen. Ihre Nachtheile beruhen darin, dass es manchmal schwer ist, sie zuverlässig zu fixiren, da sie an der Vorderfläche der Fragmente leicht abgleitet, und dass die Bruchenden sich stets etwas aufrichten (das sogenannte „Verwerfen“ oder „Kanten“ der Fragmente). Auch liegen einige sicher constatirte Fälle vor, in denen sie Phlegmone und Gelenkeiterung verschuldete (Schuh, Kühn). Es soll daher jedenfalls bei ihrer Anwendung streng antiseptisch verfahren werden.

§. 238. An die beiden genannten Verfahren von Malgaigne schliesst sich ein weiteres an, das allerdings viel seltener bei frischen Fracturen als bei Pseudarthrosen Anwendung gefunden hat, nämlich die Fixirung der Fragmente mittelst eingesenkter Metallzapfen (Dieffenbach) oder Stahlschrauben (v. Langenbeck). Bei dem Dieffen-

bach'schen Verfahren, das übrigens von dem Erfinder bei frischen Fracturen nicht angewandt zu sein scheint, werden beide Fragmente angebohrt, in die Bohrlöcher Metallzapfen eingetrieben und beide durch eine Art umschlungene Naht einander genähert. Bei dem Langenbeck'schen Verfahren wird in jedes Fragment eine versilberte Stahlschraube eingeschraubt und beide durch einen vierkantigen Querstab verbunden, welcher durch eine viereckige Oeffnung in dem obern Ende der Schrauben hindurchgesteckt wird. Mittelst kleiner Schräubchen werden die beiden Knochenschrauben in derjenigen Stellung an den Querstab fixirt, dass beide Bruchflächen in vollkommenem Contakte gehalten werden.

In ähnlicher Weise hat mein Vater mehrmals (zuerst im Jahre 1855) bei frischen subkutanen Querbrüchen der Patella 2 Stahlschrauben in die Fragmente eingeschraubt und mit Hülfe von Blattschrauben und Schraubenmüttern unbeweglich mit einander verbunden. Der Erfolg war ein vollständiger, wie der bereits früher (S. 219) angeführte und abgebildete Fall beweist, in welchem die knöcherne Vereinigung erzielt und durch die Sektion bestätigt wurde. Ebenso hat Rigaud[1]) in mehreren Fällen von subkutanen Querbrüchen der Patella und des Olekranon mit Erfolg Stahlschrauben benützt, die mittelst einfacher Bänder mit einander verbunden wurden.

Vielleicht liesse sich auch bei manchen Fracturen das Einschlagen eines oder mehrerer Nägel anwenden, durch welche die beiden Fragmente wie zwei Bretter zusammengenagelt werden. Das Verfahren ist neuerdings von Thiersch bei Kniegelenksresektionen mit Erfolg in Anwendung gezogen worden und könnte ebenso bei Fracturen des Olekranon, des Proc. post. calcan. sowie auch bei Condylenbrüchen Anwendung finden. In ähnlicher Weise hat v. Langenbeck in einem Falle von intrakapsulärer Fractur des Schenkelhalses die beiden Fragmente mittelst einer eingebohrten Schraube vereinigt.

§. 239. Endlich gehört noch zu der Methode der unmittelbaren Fixirung der Bruchenden die Knochennaht. Mit einem Drillbohrer werden die beiden Bruchenden durchbohrt und durch die Bohrlöcher ein Silberdraht hindurchgeführt, der durch einfaches Zusammendrehen geschlossen wird. Die Knochennaht ist gleichfalls häufiger bei der Behandlung der Pseudarthrosen nach vorgängiger Resektion der Bruchenden, jedoch auch mehrfach bei frischen subkutanen und complicirten Fracturen in Anwendung gezogen. Letzteres gilt vorzugsweise für die Brüche des Unterkiefers, bei denen sich die Knochennaht aus dem schon von Alters her geübten Zusammenbinden der der Bruchstelle zunächst gelegenen Zähne entwickelt hat, sowie für die Querbrüche der Patella und des Olekranon, nur ausnahmsweise dagegen für die Fracturen der Röhrenknochen. Während man jedoch früher nur bei vorhandener Bloslegung der Bruchstelle durch eine Weichtheilwunde zur Knochennaht schritt, ist heutzutage im Vertrauen auf den Schutz der Antiseptik auch bei subkutanen breitklaffenden Fracturen der Patella die Knochen-

---

[1]) Cabanié, Traitement des fract. par action immédiate sur les fragments au moyen des vis métalliques. Thèse. Paris 1871, Nr. 157, p. 71.

naht mehrfach empfohlen und ausgeführt worden, also nach vorausgeschickter breiter Eröffnung des Gelenkes.

Es sind mir bisher 14 Fälle von antiseptischer Knochennaht bei geschlossenen Patellafracturen bekannt geworden, und zwar 7 bei frischen, 7 bei veralteten Brüchen [1]). In allen Fällen trat feste Vereinigung ein, und mit Ausnahme zweier Fälle, welche in Folge von Gelenkeiterung mit Ankylose heilten, blieb die Beweglichkeit des Gelenkes stets erhalten. Trotzdem stimme ich der Ansicht von Kocher und Volkmann vollkommen bei, dass die Antisepsis noch nicht den Grad von absoluter Sicherheit erreicht hat, um die Operation zur allgemeinen Methode zu erheben.

Als einen weniger eingreifenden und gefährlichen Ersatz für die Knochennaht ist endlich die „Sehnennaht" der Patella von Volkmann und Kocher empfohlen worden.

Nach dem Kocher'schen Verfahren [2]) wird ein doppelter Silberdraht mit einer krummen Nadel unter der Patella hindurchgeführt, indem man die Nadel am untern Rande des untern Fragmentes ein- und am obern Rande des obern Fragmentes wieder aussticht. Um die Führung der Nadel zu erleichtern und die Faltung der Haut zu vermeiden, werden vorher zwei je 2 cm lange Incisionen in der Längsrichtung durch die Haut hindurch angelegt. Der Silberdraht wird über einer Rolle von Carbolgaze zusammengedreht und der Lister'sche Verband darüber angelegt.

Bei dem Volkmann'schen Verfahren [3]) bleibt der Draht ausserhalb des Gelenkes; man zieht je eine Drahtschlinge durch die Sehne des Quadriceps und durch das Ligament. patellae, während die Haut einmal stark nach oben und einmal nach unten zurückgezogen wird, und knüpft beide Schlingen auf der Patella zusammen; sie bleiben unter dem antiseptischen Verbande bis zum Festwerden der Verbindung liegen.

Cap. IV.

Die Behandlung der offenen (complicirten) Knochenbrüche.

§. 240. Die Behandlung der complicirten Fracturen bietet im Vergleiche zu der der einfachen sehr viel mannigfaltigere und schwierigere Aufgaben dar. Vor Allem ist schon die Entscheidung darüber oft ausserordentlich schwer, ob überhaupt der Versuch einer Erhaltung des Gliedes gemacht und wie lange er fortgesetzt werden soll, oder ob sofort oder im weitern Verlaufe eine Amputation oder Resektion vorgenommen werden muss. Wird die conservative Behandlung durchgeführt, so tritt zu der Sorge für eine correkte Heilung der Fractur selbst noch die Behandlung der gleichzeitig vorhandenen Wunde und die Bekämpfung der von derselben ausgehenden lokalen und allgemeinen Störungen. Von dem Erfolg dieser letzteren Bestrebungen hängt zumeist der Verlauf und Ausgang der Verletzung ab — mit anderen Worten: die Methode der Wundbehandlung entscheidet fast allein über den Gang des Heilungsverlaufes und das Schicksal des Verletzten.

---

[1]) Die Operateure sind Lister, Cameron, H. Smith, Schede (2 Fälle), Trendelenburg, Uhde, Metzler, Socin, T. Holmes, V. Bruns (2 Fälle), Schneider, Langenbuch. (Vergl. Schneider, Zur antiseptischen Knochennaht bei geschlossenem Querbruch der Patella. Archiv für klinische Chirurgie. 1881. Bd. 26, S. 287.)

[2]) Centralblatt für Chirurgie 1880, Nr. 20.

[3]) Centralblatt für Chirurgie 1880, Nr. 24.

Dieser Satz, der hier vorangestellt wird und nicht entschieden genug betont werden kann, lässt sich ziffermässig beweisen, wenn man die Resultate der verschiedenen Behandlungsmethoden statistisch feststellt und mit einander vergleicht. Wir werden diesen Vergleich später in einem besondern Abschnitte (§. 269) anstellen und hier nur einige kurze Angaben vorausschicken.

Bis vor wenigen Jahren war die Mortalität der complicirten Fracturen in den Hospitälern aller Länder durchweg eine sehr bedeutende, häufig sogar eine erschreckend grosse. Sehen wir hier ganz ab von den Schussfracturen im Kriege, so weisen die günstigeren Hospitalberichte etwa ein Drittel, die ungünstigen zwei Drittel und sogar drei Viertel Mortalität auf! Hiebei ist natürlich jegliche Art der Wundbehandlung vertreten, da wohl ziemlich alle die zahllosen Methoden der Wundbehandlung überhaupt auch bei den complicirten Fracturen versucht worden sind. Wir müssen aber noch ausdrücklich hinzufügen, dass die grosse Mehrzahl der Todesfälle, etwa drei Viertel derselben, auf Rechnung der accidentellen Wundkrankheiten, namentlich der Pyämie und Septicämie zu setzen ist, welche durch die Wundbehandlung gerade bekämpft werden sollen.

Die complicirten Fracturen gehörten somit unstreitig zu den lebensgefährlichsten Verletzungen, um so mehr als selbst in den einfachsten Fällen, bei kleiner Hautwunde und einfacher Knochentrennung, jederzeit völlig unberechenbare Störungen eintreten konnten, sogar mit tödtlichem Ausgange. Aber auch in den zur Heilung gelangenden Fällen war die Behandlung meist nicht im Stande, den Verlauf völlig glatt und ungestört zu gestalten. Wie wir schon an einer früheren Stelle (s. o. S. 238) ausgeführt haben, trat nur ganz ausnahmsweise eine primäre Verheilung der äussern Wunde ein, so dass dann der weitere Verlauf sich wie bei einer subkutanen Fractur gestaltete. Vielmehr war der gewöhnliche Modus der Heilung der, dass eine mehr oder minder langwierige Eiterung der Bruchspalte und der umgebenden Weichtheile sich entwickelte, welche fast immer eine Necrose der Splitter und Bruchenden im Gefolge hatte. Im Zusammenhange hiemit wurde der Verlauf in den meisten Fällen noch durch phlegmonöse Zellgewebsvereiterung und Abscessbildung unter der Haut, zwischen den Muskeln und um die Bruchenden herum gestört und die Heilung Wochen und Monate lang verzögert.

Heutzutage haben dagegen die complicirten Fracturen ihre Schrecknisse zum grössten Theile verloren — einzig und allein Dank der Lister'schen antiseptischen Wundbehandlung, dem grössten Fortschritte, den die Chirurgie jemals gemacht hat. Zum Beweise möchte die einzige Thatsache genügen, dass Volkmann seit Einführung der Antisepsis von 135 Fällen von complicirten Fracturen, welche der conservativen Behandlung unterzogen wurden, 133 zur Heilung gebracht und nur 2 Fälle an Lungenembolie und Delirium tremens verloren hat — während früher die Sterblichkeit nach diesen Verletzungen in seinem Hospitale 40 Procent betragen hatte! Derartige günstige Resultate — wir werden dieselben später auf statistischem Wege noch genauer feststellen — waren vor Einführung der Antiseptik bei jeglicher Art der Behandlung geradezu unerhört.

Aber nicht blos die Mortalitätsziffer, sondern auch der ganze

Verlauf ist bei antiseptischer Behandlung ein total anderer, sofern sie einestheils die allgemeine fieberhafte Reaktion ganz oder zum grössten Theile verhindert, anderntheils die Bruchspalten-Eiterung und Bruchenden-Necrose und damit auch die Zellgewebsvereiterung und Eitersenkungen fast sicher vermeidet. Mit einem Worte: Die Heilung der offenen Brüche erfolgt bei antiseptischer Behandlung ähnlich wie die der subkutanen, nämlich unter dem feuchten Schorfe von Blutgerinnseln (Volkmann). Für den Patienten erwächst noch der weitere Vortheil, dass er bei solchem Verlaufe frei von Schmerzen und relativ wohl sich befindet und dass seine Kräfte zu Gunsten einer raschen Reconvalescenz geschont werden. Endlich bedarf die Heilung durchschnittlich nur ein Drittheil oder die Hälfte der Zeit, welche bei jeder nicht antiseptischen Behandlung erforderlich ist.

Es mag vorläufig an dieser nur in kurzen Zügen ausgeführten Parallele zwischen den sämmtlichen früheren Behandlungsmethoden, welche unter sich nur das gemein haben, dass sie nicht antiseptisch sind, und der Lister'schen Methode genügen, um die unschätzbare Ueberlegenheit der letztern hervorzuheben und zugleich zu begründen, wesshalb wir im Folgenden nur allein die strenge antiseptische Behandlung empfehlen und ausführlicher besprechen werden. Es gibt ja allerdings in Deutschland nur noch wenige Chirurgen von Fach, welche sich als Gegner der Antisepsis oder wenigstens als Vertreter einer andern Behandlungsmethode bekennen; allein es macht sich doch vielfach das Bestreben geltend, aus dem wohlgefügten Lister-schen Baue einen Stein um den andern abzubröckeln und als überflüssig bei Seite zu legen. Auch ist immerhin die Zahl der Aerzte gewiss noch recht gross, welche theils aus theoretischen Zweifeln, theils aus Bequemlichkeit und Nachlässigkeit sich voreingenommen oder indifferent gegenüber dieser Methode verhalten. Diesen möge der Hinweis auf den unendlichen Gewinn, welchen die Antiseptik bei der Behandlung einer der schwersten Verletzungen gebracht hat, die Anregung zu strenger Anwendung derselben geben. Und wenn auch die rigoröse Form des Lister'schen Verbandes nicht unter allen äusseren Verhältnissen durchzuführen ist, so kann doch in jedem Falle eine der zahlreichen Modifikationen desselben an seine Stelle treten, vorausgesetzt, dass eben die wesentlichste Vorbedingung sich erfüllt hat, dass nämlich die Principien der Antisepsis überhaupt und speciell die der antiseptischen Behandlung der complicirten Fracturen allgemein in succum et sanguinem der Aerzte übergegangen sind.

Wenn heute dieses Ziel noch nicht ganz erreicht ist, so darf man nicht vergessen, dass der Umschwung in unseren Anschauungen über die Principien der Wundbehandlung, wie er sich innerhalb des letzten Decenniums vollzogen hat, in der That ein tiefgreifender, fundamentaler ist. Nichts liefert hiefür ein beredteres Beispiel als ein Vergleich der früheren und jetzigen Behandlung der complicirten Fracturen, wie man sich bei einem Blicke auf die von Volkmann im Jahre 1865 und 1877 gelieferte Bearbeitung dieses Gegenstandes überzeugen kann. Früher stellte man die als mechanische Folge der Verletzung aufgefasste Wundentzündung in den Vordergrund und betrachtete sie als Ausgangspunkt der Störungen des Wundverlaufes, der sogenannten accidentellen Wundkrankheiten; sie bildete den wichtigsten Angriffspunkt der The-

rapie, welche somit eine wesentlich antiphlogistische war und in der Applikation der Kälte, zuweilen auch der örtlichen Blutentziehungen und in der Immobilisirung der Bruchstelle gipfelte. Jetzt wird das Hauptgewicht auf die Verhütung der Zersetzungsprocesse in der Wunde gelegt, welche durch das Eindringen äusserer Fäulnissfermente hervorgerufen werden und als die Ursache jeder abnormen Steigerung der Wundreaktion zu betrachten sind.

Den Ausgangspunkt für diese Erkenntniss bildete ja gerade der gewaltige Unterschied in dem Verhalten subkutaner und offener Verletzungen, welcher nirgends offenkundiger als bei den Knochenbrüchen zu Tage tritt. Denn mag auch die Quetschung und Zertrümmerung des Knochens eine sehr bedeutende sein, so tritt fast niemals Eiterung ein, wenn keine äussere Wunde vorhanden ist, während selbst bei den einfachsten Durchstechungsfracturen, falls nicht die äussere Wunde sich alsbald verlegt und verklebt, alle schweren und progressiven Formen der Eiterung mit ihren weiteren Formen auftreten können. Allerdings war dieser Unterschied längst gekannt, aber man erklärte ihn aus dem Abschluss oder Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes und war desshalb auf die verschiedenste Weise bestrebt, die Wunde überhaupt dem Luftzutritte zu verschliessen, was natürlich blos in den leichtesten und günstigsten Fällen gelingen konnte. Erst Lister leitete — gestützt auf die Fundamentalversuche Pasteur's — den schädlichen Einfluss der äusseren Luft (und aller mit der Wunde in Berührung kommenden Fremdkörper) von den in ihr suspendirten Mikroorganismen ab, sofern diese die Zersetzung der Wundsekrete bedingen, und zeigte, dass durch Fernhaltung dieser letzteren, aber nicht der Luft überhaupt, die Wunden aseptisch, reaktionslos und ohne Eiterung wie subkutane Verletzungen geheilt werden können.

Die Lister'sche Theorie der Wundinfektion ist durch die zahlreichen Arbeiten der letzten Jahre auf dem Gebiete der Pilzlehre schon wesentlich umgestaltet worden. Dass die Wundinfektion durch Eindringen lebensfähiger Spaltpilze zu Stande kommt, ist eine ausgemachte Thatsache. Ebenso steht es aber fest, dass die Gegenwart von lebensfähigen Spaltpilzen keineswegs unter allen Bedingungen die Wundheilung stört, ja dass die strenge Anwendung der Lister'schen Cautelen nicht im Stande ist, dieselben ganz von der Wunde fernzuhalten, da sie vielleicht sogar vom lebenden Organismus aus in den Erkrankungsheerd gelangen können.

Ihre schädliche Wirkung hängt also von bestimmten Bedingungen ab, welche theils mit dem Charakter der Pilzkeime (pathogene und indifferente Keime), theils mit der Reaktion des lebenden Gewebes in der Wunde in Zusammenhang stehen. In letzterer Beziehung ist die Widerstandsfähigkeit nicht nur der einzelnen Individuen, sondern auch der einzelnen Organe und Gewebe eine sehr verschiedene, und namentlich kann sie noch durch die Art der Verletzung mehr oder minder herabgesetzt werden, je nachdem nämlich das Gewebe durch Quetschung und Zerreissung in seiner vitalen Energie nur geschädigt oder ganz ertödtet ist. Die Entwicklung der Pilzkeime kann nämlich an denjenigen Stellen unbeschränkt vor sich gehen, wo das Gewebe ganz abgestorben ist, ebenso aber auch da, wo Ansammlung von Blut oder Sekret besteht, weil innerhalb der Flüssigkeit die Keime dem Einfluss des lebenden Gewebes entzogen sind (sogenannte todte Punkte oder Räume, Buchner).

Letztern Vorgang, bei welchem sich das Ferment erst in der Wunde selbst entwickelt, bezeichnet man als Spontaninfektion im Gegensatze zu der Contaktinfektion, bei welcher die Wunde durch den Contakt mit dem bereits vorhandenen Ferment direkt inficirt wird (Mikulicz). Solche specifischen Infektionskeime können entweder durch die Luft (namentlich in Hospitälern) oder durch den Contakt mit inficirten Gegenständen (Händen, Schwämmen, Instru-

menten, Verbandstoffen etc.) in die Wunde gelangen; letzterer Modus ist jedenfalls der häufigere und wichtigere als die Luftinfektion.

Zur Verhütung der Wundinfektion sind daher folgende Cautelen erforderlich: 1) gründliche Desinfektion aller mit der Wunde in Berührung kommenden Gegenstände. 2) Unschädlichmachen der Luftkeime durch antiseptischen Spray oder Irrigation und antiseptischen Occlusionsverband, welche die Keime zwar nicht zu vernichten, aber ihre Lebens- und Entwicklungsfähigkeit herabzusetzen vermögen, indem sie die Wunde und ihre Umgebung zu einem ungünstigen Nährboden umgestalten. 3) Bei bereits bestehender Wunde mit freiem Luftzutritt gründliche Desinfektion der Wunde. 4) Sorgfältige Blutstillung und Verhütung der Sekretstauung (der Bildung „todter Räume") durch Drainage und Compression.

§. 241. Ehe wir auf die antiseptische Behandlung der complicirten Fracturen näher eingehen, haben wir einen kurzen Ueberblick über die übrigen Wundbehandlungsmethoden zu geben, welche in neuerer Zeit bei jenen Verletzungen Anwendung gefunden haben. Um ihren Werth richtig zu bemessen, genügt es, festzustellen, in wie weit dieselben den Haupterfordernissen einer zweckmässigen Wundbehandlung gerecht werden, nämlich der Verhütung oder Beseitigung septischer Processe, der Ruhe der Wunde und dem freien Abflusse der Wundsekrete.

Das gebräuchlichste Verfahren war bis vor Kurzem der einfache Deckverband, nämlich Bedeckung der Wunde mit einem aufsaugenden Materiale, Charpie oder Wundwatte. Dieser Verband genügt keinem der drei Principien, da er die Zersetzung der Wundflüssigkeiten entschieden begünstigt, den Eiterabfluss nicht genügend befördert, zuweilen sogar hemmt und bei reichlicher Sekretion einen häufigen Verbandwechsel erfordert, so dass auch die Ruhe der Wunde benachtheiligt ist.

Dieselben Nachtheile hafteten auch den vielfach verwendeten feuchten Einwickelungen (Priessnitz'schen Umschlägen) mit impermeabler Umhüllung an, da ja die Zersetzung durch Wärme und Feuchtigkeit am allermeisten begünstigt wird.

§. 242. Günstigere Bedingungen schafft die offene Wundbehandlung, bei welcher die Wunde ohne allen Verband bleibt oder nur mit einem Oelläppchen bedeckt wird. Dieselbe stellt den völlig freien Abfluss der Wundsekrete in die erste Linie, hat aber gerade bei complicirten Fracturen mit besonderen Schwierigkeiten zu kämpfen. Denn das Offenlassen der Wunde allein genügt hier keineswegs immer, um einen freien Abfluss der Sekrete herzustellen, vielmehr sind hiezu unter Umständen Erweiterungsschnitte, Gegenincisionen und gut disponirte Drainage erforderlich. Auch die Ruhe der Wunde ist keine vollkommene, da die der Wundfläche anhaftenden Eiterkrusten regelmässig mit der Pincette oder dem Irrigatorstrahle entfernt werden müssen, wenn nicht unter denselben Eiterretention stattfinden soll.

Ausserdem verzichtet die Methode auf alle antiseptischen Massregeln; sie lässt also die Entstehung von Zersetzungsprodukten auf der Wundfläche zu und gewährt keinen Schutz gegen Hospitalinfektion, wie sie auch die etwa bei der Verletzung selbst eingedrungenen Infektionstoffe nicht zerstört. So verhält es sich wenigstens bei der strengen Form der offenen Wundbehandlung. An Stelle derselben ist jedoch vielfach eine solche mit gewissen antiseptischen Cautelen getreten, was bei der Abschätzung der zuweilen auffallend günstigen

Resultate zu beachten ist. So spricht Burow ausdrücklich seine persönliche Ueberzeugung dahin aus, dass er seine günstigen Resultate lediglich der souveränen Anwendung der essigsauren Thonerde verdanke. Auch Rose lässt die offenen Wunden in der Regel einmal, bei reichlicher und stinkender Sekretion mehrmals täglich mit Carbolsäurelösung abspülen.

Ebenso verzichtet die Methode auf die erste Vereinigung der Wunde, welche doch in allen geeigneten Fällen die grössten Vortheile darbietet; die Heilung erfolgt stets auf dem langsamen Wege nach vorgängiger oberflächlicher Gewebsnecrose, Granulationsbildung und Eiterung.

Die Resultate der offenen Wundbehandlung bei complicirten Fracturen, wie sie sich aus der Krönlein-Rose'schen Statistik ergeben, werden wir später (s. u. §. 269) zur Erörterung bringen.

§. 243. Den strikten Gegensatz gegen die offene Wundbehandlung bilden die Versuche mit der sogenannten Heilung unter dem Schorfe. Dieselben gründen sich auf die bereits früher erwähnte Thatsache, dass in einzelnen besonders günstigen Fällen von complicirten Fracturen, namentlich Durchstechungsfracturen mit sehr kleiner Hautwunde und geringer Quetschung der Weichtheile, die Wunde sich mit einem fest anhaftenden Schorfe aus eingetrocknetem Blut, Lymphe und Parenchymsäften bedeckt und unter demselben ohne Spur von Eiterung heilt. Jene Versuche gehen nun dahin, die Schorfbildung durch Auflegen von Charpie oder Watte (nach A. Cooper's Vorschrift durch Auflegen eines mit dem Blute des Verletzten getränkten Stückes Lint) oder durch Zusatz adstringirender und coagulirender Substanzen zu befördern.

Im günstigen Falle bietet dieses Verfahren allerdings den Vortheil, dass es der Wunde in der ersten Zeit vollkommene Ruhe und auch durch den Schorf Schutz gegen den Zutritt der Luft gewährt, so dass in der That ein vollkommen aseptischer Verlauf erzielt werden kann. Allein dieser günstige Erfolg tritt eben nur sehr selten ein, nicht blos aus dem Grunde, weil die hiezu geeigneten Fälle überhaupt selten vorkommen, sondern auch desshalb, weil sehr oft schon vor der Schorfbildung Sepsisträger in die Wunde eingedrungen sind. Dann kann es nicht auffallen, wenn vielmehr in der Regel unter dem Schorfe Jauchung und Eiterung eintritt, so dass das in der Tiefe zurückgehaltene Sekret die ganze Reihe der übelsten Störungen im Gefolge haben kann.

§. 244. Ganz dieselben Nachtheile haften auch den mancherlei einfachen Occlusivverbänden an, welche in verschiedenen Formen vorzugsweise in Frankreich Eingang gefunden haben.

Zu diesen gehört das Verfahren, welches Larrey zur Behandlung der complicirten Fracturen empfohlen hat. Zunächst wird die Wunde nöthigenfalls erweitert und das Blutextravasat sowie alle Knochensplitter und Fremdkörper sorgfältig entfernt. Hierauf wird die Wunde mit Charpie und Compressen, die in eine Mischung von Camphor-Wein und Eiweiss getaucht sind, verbunden, und darüber ein erhärtender Eiweissverband gerade wie bei subkutanen Fracturen angelegt.

Letzterer bleibt trotz des den Verband durchdringenden Eiters unangetastet bis zur Heilung liegen, wenn nicht ganz besondere Zufälle und die allzu reichliche Entwicklung von Maden (!) zur Erneuerung des Verbandes zwingen. Das Wesen des Larrey'schen Verfahrens besteht also einfach darin, den offenen Bruch gerade wie einen subkutanen mit einem inamoviblen Verbande zu behandeln, wobei weder auf Verbandwechsel, noch auf den Abfluss des Eiters, noch auf seine Zersetzung im Verbande, noch auf die Entstehung von Eitersenkungen etc. Rücksicht genommen wird.

Bei dem von Chassaignac als Pansement par occlusion angegebenen Verfahren wird die Wunde und Umgebung mit einem Kürass von Heftpflasterstreifen bedeckt und darüber eine gefensterte Cerat-Compresse und der Scultet'sche Schienenverband angelegt. Letzterer wird alle 8—10 Tage wegen der Durchtränkung mit Eiter erneuert, während die Pflastermasse auf der Wunde bis zur Heilung liegen bleibt.

In dieselbe Kategorie gehört der seit 1870 von A. Guérin in Frankreich eingeführte Watteverband (Pansement ouaté). Er besteht darin, dass die Wunde und ihre Umgebung in sehr weiter Ausdehnung, selbst die ganze Extremität mit einer 10—12 cm dicken Schichte ungeleimter reiner Watte eingehüllt wird, worauf letztere durch fest angedrückte Bindentouren angepresst wird. In manchen Fällen sollen die dicken Watteschichten eine ausreichende Festigkeit besitzen, um einen Contentivverband zu ersetzen; jedenfalls lässt sich der Verband durch Hinzufügung einiger Pappschienen oder dergleichen mit Leichtigkeit in einen Contentivverband umwandeln. Der Verband bleibt 2—3 Wochen oder bis zur Heilung liegen und wird im Falle starker Eiterdurchtränkung durch aussen aufgelegte neue Watteschichten verstärkt. Ollier wendet den Watteverband bei complicirten Fracturen mit der Modifikation an, dass er die Haut vorher mit Gummi arab. bestreicht, damit die Watte derselben möglichst genau anliegt, und dass er den Verband aussen noch mit Wasserglasbinden umgibt, um absolute Immobilisirung zu erzielen.

Die Vortheile des Watteverbandes bestehen in der absoluten Ruhe der Wunde, der gleichmässigen Compression und dem Luftabschluss. Dem Princip der Antisepsis dient er in so ferne, als die Watte bekanntlich die Fähigkeit besitzt, die Luft zu filtriren und die Fäulnisserreger zurückzuhalten. Jedoch ist keine Rücksicht darauf genommen, dass Sepsisträger nicht blos bereits in die Wunde eingedrungen, sondern auch in den benützten Watteschichten selbst enthalten sein können. Desshalb bietet auch der Watteverband keine Garantie für einen aseptischen Verlauf, wie schon daraus einleuchtet, dass Guérin selbst zur Beseitigung des Gestankes, den der mit Eiter durchtränkte Verband verbreitet, Campher zwischen die Watte einstreut. Dazu kommt die Gefahr der Eiterretention und Eitersenkung, die sich unbeachtet unter dem Verbande entwickeln können, da keinerlei Controle- und Schutzmassregeln gegeben sind. Wenn nun aber trotzdem der Watteverband in Frankreich jetzt der beliebteste ist und um so viel bessere Resultate gegenüber den früheren liefert, dass daselbst die Einführung des Lister'schen Verbandes für überflüssig erklärt wird, so beweist das nur, dass die Resultate der französischen Chirurgen vordem die denkbar schlechtesten gewesen sind — Guérin

selbst hatte von 20 Amputirten nur einen am Leben erhalten —, und dass die bessere Einsicht auch an der allzu grossen nationalen Eitelkeit scheitert.

Daneben wird gegenwärtig in Frankreich auch von der hermetischen Occlusion bei complicirten Fracturen ein möglichst ausgedehnter Gebrauch gemacht. Guyon bedient sich hiezu der Watte und des Collodium, indem er mehrere abwechselnde Schichten beider Substanzen über die Wunde und ihre Umgebung applicirt. Verneuil schliesst die Wunde mittelst Goldschlägerhäutchen und Collodium ab, nachdem sie mit Carbolsäurelösung ausgewaschen ist. Wir haben jedoch schon wiederholt betont, dass nur ein relativ sehr kleiner Bruchtheil der Fälle für die Occlusion geeignet ist, und dass, falls letztere keine Heilung per primam erzielt, eine Retention der Wundsekrete mit allen ihren lokalen und allgemeinen Complikationen eintreten muss.

§. 245. Endlich ist bei complicirten Fracturen vielfach die permanente Irrigation und Immersion mit Benützung von kaltem oder warmem Wasser in Anwendung gezogen worden.

Die continuirliche Irrigation, welche zuerst von Breschet bei complicirten Fracturen eingeführt wurde, geschah anfangs ausschliesslich in Form der Kaltwasserberieselung, denn man leitete den günstigen Einfluss derselben auf den Wundverlauf allein von der antiphlogistischen Wirkung der Kälte ab. Jetzt ist bekannt, dass selbst die strengste Anwendung der Kälte die Störungen des Wundverlaufes nicht zu verhindern vermag, und dass die günstige Wirkung der Irrigation vielmehr darin zu suchen ist, dass sie die Wundsekrete beständig entfernt, also ihre Stagnation und Zersetzung hintanhält. Diese rein mechanische Wirkung der Wasserberieselung ist neuerdings noch durch die Benützung antiseptischer Flüssigkeiten unendlich vervollkommnet worden, welche die Fäulnisskeime zerstören oder wenigstens in ihrer Wirksamkeit hemmen. Wir werden auf diese antiseptische Irrigation später zurückkommen und dieselbe sogar als das wirksamste Mittel des antiseptischen Apparates, namentlich bei bereits septisch inficirten Wunden, kennen lernen.

Die Immersion ist zuerst von B. v. Langenbeck in Form des permanenten Wasserbades bei schweren Verletzungen an den Extremitäten methodisch geübt worden. Sieht man von der Benützung complicirter Vorrichtungen ab, welche sich nicht bewährt haben, so ist die Anwendung einfacher Lokalbäder auf die Verletzungen der Hand und des Vorderarmes, sowie des Fusses und Unterschenkels beschränkt, oder man muss das Hebra'sche permanente Vollbad zu Hülfe nehmen. Gewöhnlich bediente man sich bei frischen Verletzungen zuerst des kalten Wassers, um dann nach einigen Tagen zu lauem und warmem Wasser überzugehen, und sorgte gleichzeitig durch Anlegung von Schienen oder von wasserfesten gefensterten Gypsverbänden für die Immobilisirung der Bruchstelle.

Die Erfahrung hat längst gelehrt, dass das Wasserbad weder vermöge einer geeigneten Temperatur noch auch des Abschlusses der Luft, wie man früher meinte, eine ungestörte Wundheilung garantirt, und dass es das Auftreten der accidentellen Wundkrankheiten nicht zu verhindern vermag. Ja es wirkt sogar in dieser Hinsicht weniger sicher

als die permanente Irrigation, da das stagnirende Wasser und die hohe Temperatur die Zersetzung und Fäulniss begünstigt. Ausserdem bewirkt die unausgesetzte Einwirkung des warmen Wassers eine nachtheilige Maceration der Epidermis und ödematöses Aufquellen der Granulationen, die nur geringe Tendenz zur Vernarbung aufweisen.

§. 246. Allen den genannten Verfahren gegenüber entspricht die antiseptische Methode weitaus am vollkommensten den aufgestellten Principien einer wirksamen Wundbehandlung.

Fassen wir ihre Vortheile kurz zusammen, so wird die Asepsis gesichert durch eine energische primäre Desinfektion der Wunde so wie durch die Occlusion mit antiseptischem Verbandmateriale. Für die Ruhe der Wunde sorgt der seltene Verbandwechsel und die gleichmässige Compression von Seiten des Verbandes. Der freie Abfluss der Wundsekrete, deren Menge übrigens auf ein Minimum reducirt ist, wird durch sorgfältig disponirte Drainage und nöthigenfalls Gegenincision hergestellt. Gerade desshalb kann auch in jedem geeigneten Falle die Heilung der complicirten Fracturen auf dem Wege der prima intentio ohne Gefahr angestrebt werden und wird auch in der That ungleich häufiger erreicht, als bei allen anderen Verfahren.

Wir treten nun sofort in das nähere Detail der **antiseptischen Behandlung der complicirten Fracturen** ein und werden dasselbe in folgenden vier Abschnitten besprechen:

1) Die Wahl des antiseptischen Verbandmateriales.
2) Die Technik der antiseptischen Behandlung.
3) Der Fracturverband bei antiseptischer Behandlung.
4) Die Resultate der antiseptischen Behandlung.

1) Die Wahl des antiseptischen Verbandmateriales.

§. 247. Unter der Bezeichnung „antiseptischer Verband“ begreift man heutzutage schon eine recht lange Reihe von Verfahren, welche sowohl hinsichtlich der zu Grunde gelegten antiseptischen Substanzen als in der äussern Erscheinungsform sich erheblich von einander unterscheiden und nur das allgemeine Princip der Antiseptik gemein haben. Man überblicke nur die verschiedenartigen antiseptischen Verbände mit Gaze, Watte, Jute oder Werg, welche bald trocken, bald feucht angelegt werden, sowie die Verbände mit Streupulvern und die permanente Irrigation. Man überblicke auch die grosse Zahl der antiseptischen Substanzen, welche in diesen Verbänden verwendet werden, wie Carbolsäure, Salicylsäure, Benzoësäure, Borsäure, Thymol, Chlorzink, Sublimat, unterschwefligsaures Natron, essigsaure Thonerde, Eucalyptusöl, Jodoform etc. Fürwahr, einem Anfänger in der Antiseptik möchte bei dieser überreichen Auswahl die Entscheidung schwer fallen, zumal den neuen Empfehlungen von ihren Erfindern stets gewichtige Vortheile vor den übrigen nachgerühmt werden.

Gewiss sind ja die Bestrebungen vollkommen berechtigt und höchst dankenswerth, den antiseptischen Verband möglichst einfach und billig zu gestalten und die Verwendbarkeit zahlreicher Agentien zu prüfen. Denn wenn nur das Princip der Antiseptik streng gewahrt bleibt, so kann die allgemeine Durchführung

derselben blos dadurch gefördert werden, dass man die äussere Form ihrer Anwendung möglichst mannigfaltig gestaltet und somit auch solchen aussergewöhnlichen Verhältnissen anpasst, in denen man eben mit den zufällig vorhandenen Mitteln auszukommen gezwungen ist. Auf der andern Seite ist es aber doch nicht zu billigen, dass sich manche Versuche und Empfehlungen in dieser Richtung nur darauf gründen, dass das Antisepticum in der Skala der antibakteriell wirkenden Substanzen höher steht als die Carbolsäure. Denn damit ist doch über seine Verwendbarkeit und Wirksamkeit speciell bei der Wundbehandlung noch wenig erwiesen, da hier noch ganz andere und complicirtere Verhältnisse in Betracht kommen, die sich mit unseren heutigen Kenntnissen noch nicht genauer analysiren lassen. Hat doch überhaupt jede Skala der Antiseptica schon desshalb nur einen sehr bedingten Werth, weil bekanntlich die Einwirkung eines und desselben Antisepticum auf die Entwicklung der Bakterien je nach den Nährstoffen, welche denselben geboten werden, eine sehr verschiedene ist. Das beste Beispiel hiefür ist das Jodoform, dessen antibakterielle Wirkung bei einmaliger Versetzung nach den Experimenten von Mikulicz bei gewissen Nährflüssigkeiten (Pasteur'scher Flüssigkeit, Malzextraktlösung, Peptonlösung, Fleischextraktlösung, Fleischwasser, alkalisirtem Harne) eine ganz geringe, bei anderen dagegen (namentlich Blut) eine sehr kräftige ist.

Meines Erachtens ist der Lister'sche Verband in seiner typischen Form das beste und zuverlässigste Verfahren, während alle bisherigen Modifikationen — vielleicht ausgenommen den Jodoformverband, der noch einer ausgedehnteren Prüfung bedarf — nur als minderwerthige Surrogate gelten können. Ich habe diese feste Ueberzeugung aus zahlreichen und häufig wiederholten Versuchen gewonnen und stimme daher den gleichlautenden Urtheilen von Lister, Volkmann, Socin, Nussbaum, Schede u. A. durchaus bei. Und gerade bei der Behandlung der complicirten Fracturen hat sich die strenge Form des Lister'schen Verbandes bisher allein in grösserem Maassstabe praktisch bewährt und auch, wie wir später zeigen werden, entschieden die besten Resultate ergeben. Wir werden daher später diesen allein näher beschreiben und nur für gewisse Fälle die permanente antiseptische Irrigation an seine Stelle setzen.

Ohne hier in eine Erörterung der einzelnen Theile des Lister'schen Verfahrens einzutreten, mag darauf hingewiesen sein, dass alle die der Lister'schen Gaze zur Last gelegten Nachtheile, nämlich die Inconstanz ihres Carbolgehaltes, ihre Kostspieligkeit und reizende Einwirkung auf die Haut, durch die Selbstbereitung der Carbolgaze nach meiner Vorschrift, die bereits an vielen Orten eingeführt ist, sich völlig vermeiden lassen. Man ist dann stets im Besitze eines frischen und zuverlässigen Materiales von bekanntem Carbolgehalte, das weit billiger zu stehen kommt als das käufliche [1]), ja geradezu den allerbilligsten Verbandstoff darstellt, wenn man die benützten Gazeplatten nach gründlichem Auskochen und Desinficiren wiederholt imprägnirt. Auch sieht man bei der Anwendung meiner Gaze niemals Hautreiz entstehen, der nicht, wie man gewöhnlich meint, durch den Carbolgehalt, sondern durch den Paraffingehalt der Listergaze erzeugt wird.

§. 248. Von den Modifikationen des Lister'schen Verbandes steht demselben am nächsten der mit trockener Carboljute nach Münnich. Die antiseptische Wirksamkeit ist bei beiden dieselbe, jedoch ist gegen die Carboljute einzuwenden, dass sie, abgesehen von der schwierigeren und umständlicheren Bereitung, eine geringere Saugfähigkeit besitzt, so dass die Sekrete sich nicht so gleichmässig in

---

[1]) Durch die Einführung meines Verfahrens der Selbstbereitung der Carbolgaze in der Billroth'schen Klinik ist nach der Angabe von Wölfler eine jährliche Ersparniss von 1500 M. gemacht worden.

dem Verbande vertheilen, sondern rasch unter dem Rande desselben nach aussen dringen. In Folge dessen muss der Verband, namentlich in der ersten Zeit, unförmlich stark gemacht und häufiger gewechselt werden, und das erschwert bei complicirten Fracturen die gleichzeitige Anlegung des Fracturverbandes.

Noch grössere Nachtheile hat der feuchte Carboljuteverband (Bardeleben), bei welchem Juteballen verwendet werden, die zuerst kurze Zeit in 5procentige Carbolsäurelösung gelegt und dann in 2procentiger aufbewahrt waren. Der Verband muss durch wiederholtes Aufgiessen einer 1½procentigen Carbollösung beständig feucht gehalten werden: das ist für den Patienten unbequem, erschwert die gleichzeitige Applikation eines Fracturverbandes und lässt sich nicht einmal an allen Körperstellen durchführen, ja es macht selbst an den Extremitäten Schwierigkeiten, je mehr man sich dem Rumpfe nähert. Ausserdem erzeugt aber die dauernde Einwirkung der Carbollösung sehr leicht Hautreizung und besonders an solchen Stellen, an welchen die Haut gequetscht, exkoriirt, mit Blasen bedeckt ist, entstehen hartnäckige oberflächliche Geschwürsstellen, welche auch in späterer Zeit noch die Anlegung des Fracturverbandes sehr erschweren.

An die angeführten Carbolverbände schliessen sich die mit einem andern Antisepticum imprägnirten Gaze-, Watte- und Juteverbände an, welche theils trocken, theils feucht angelegt werden und in ihrer Technik mit den genannten Verbänden übereinstimmen. Man wird auf ihre Verwendung dann zu rekurriren haben, wenn die Fortsetzung der Carbolverbände entweder durch örtliche Hautreizung oder allgemeine Carbolintoxikation unmöglich gemacht wird. Während die erstere Erscheinung nur bei einzelnen besonders empfänglichen Individuen nach Art einer eigentlichen Idiosynkrasie beobachtet worden ist, tritt die akute und chronische Form der Carbolvergiftung vorzugsweise bei geschwächten und anämischen Kranken und namentlich bei Kindern ein. Ist auch nach meiner eigenen Erfahrung diese letztere Gefahr bei gehöriger Vorsicht nicht so gross, als sie hie und da geschildert wird, so verlangt sie doch jedenfalls das sofortige Aussetzen des Carbolverbandes und die Anwendung eines andern Antisepticum.

Es gehören hieher zunächst die Salicylsäureverbände mit Watte und Jute nach Thiersch. Sind dieselben auch frei von der Gefahr der Hautreizung und allgemeinen Intoxikation, so gewähren sie doch bei schwereren Verletzungen keine genügende Garantie für einen aseptischen Verlauf und keinen sichern Schutz gegen Wundkrankheiten. Die Salicylverbände sind daher überhaupt bei schwereren Verletzungen, auch in der Klinik von Thiersch, als unzuverlässig bei Seite gesetzt worden.

Ebenso verhält es sich mit den Benzoëverbänden (Volkmann), und auch für die Bor- und Thymolverbände ist es ausgemacht, dass sie höchstens für leichte Verletzungen ausreichen.

Ueber die Chlorzinkverbände nach Bardeleben und Kocher liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor. Kocher wendet feuchte Gazecompressen an, die in eine ganz schwache (2 pro mille) Chlorzinklösung getaucht sind, Bardeleben dagegen Jute, die mit 10procentiger Chlorzinklösung getränkt und getrocknet ist. Dieser letzteren haftet, abgesehen von der allmäligen Zersetzung des Chlor-

zinks, jedenfalls der Nachtheil an, dass sie eine schädliche Aetzwirkung auf die Wunde ausübt, gegen welche die letztere durch Schutztaffet geschützt werden muss.

Noch grössere Bedenken in dieser Beziehung sowie wegen der Intoxikationsgefahr erweckt der Sublimatverband nach Bergmann, über den gleichfalls von anderer Seite noch keine Erfahrungen vorliegen. Die zu demselben verwendete Gaze wird mit ⅓ Procent Sublimat imprägnirt. Fasst man jedoch die Möglichkeit eines Missgriffes bei der Bereitung der Sublimatgaze in's Auge, so ist jedenfalls bei Versuchen mit derselben die allergrösste Vorsicht geboten.

Dagegen fallen solche Bedenken weg bei dem feuchten Gazeverbande mit essigsaurer Thonerdelösung nach Maas. Man benützt hiezu Compressen aus roher Gaze, welche längere Zeit in 5procentiger Lösung von Alum. acet. gelegen hatten und frisch ausgedrückt, also in feuchtem Zustande applicirt werden. Das Mittel ist unschädlich und von starker antiseptischer Kraft, wie die zuerst von mir und später von Pinner angestellten Experimente nachgewiesen haben; der Verbandstoff ist einfach und billig herzustellen und reizt die Haut nicht. Gegenüber dem trockenen Carbolgazeverband hat jener die Nachtheile aller feuchten Verbände: sie bewirken eine reichlichere Sekretion und eignen sich nicht zu Dauerverbänden.

Ferner sind die antiseptischen Streupulververbände zu erwähnen. Sie eignen sich in solchen Fällen, in denen die Heilung unter dem aseptischen Schorfe herbeizuführen ist, und sind auch, wie ich mich oft überzeugt habe, bei eiternden Wunden sehr wirksam, um kräftige, rasch vernarbende Granulationen zu erzeugen und schon vermittelst der Eindickung des Sekretes Zersetzung fernzuhalten. Von solchen Streupulvern sind schon früher verwendet worden das Salicylstreupulver (1 Theil Salicylsäure mit 1—2 Theilen eines indifferenten mineralischen Pulvers) und das von mir empfohlene Carbolstreupulver [1]) (25 Carbolsäure, 60 Colophonium, 15 Stearin und 700 Calcar. carbon. praecipit.).

Eine noch weit höhere Wirksamkeit besitzt jedoch die neuestens von Mosetig eingeführte Bestreuung mit Jodoformpulver. Nach eigener ausgedehnter Anwendung des Mittels stehe ich nicht an, dasselbe als ein eminent sicheres Antisepticum zu erklären, das vermöge seiner schweren Löslichkeit in den Gewebsflüssigkeiten lange Zeit auf der Wundfläche haftet und daher eine sehr anhaltende und constante Wirkung entfaltet. Die Jodoformirung von Wunden, welche per primam heilen sollen, halte ich in Uebereinstimmung mit den meisten Berichten von anderen Seiten her (Wölfler, Falkson) für nicht geeignet, da in dieser Hinsicht die Carbol-Antisepsis nicht übertroffen werden kann, vielmehr das zwischen die Wundflächen eingestreute Jodoformpulver die primäre Verklebung nicht selten verhindert. Dagegen ist die Jodoformirung gerade bei den schwierigsten und ungünstigsten Wundverhältnissen von unschätzbarem Werthe, also namentlich um die Sepsis von solchen Wunden fernzuhalten, welche unregelmässig und gequetscht sind, da sich die Abstossung der er-

---

[1]) P. Bruns, Der Carbolstreupulver-Verband. Berliner klin. Wochenschr. 1880. Nr. 9.

tödteten Gewebe auffallend reaktionslos vollzieht und die Wunde bei mässiger serös-schleimiger Sekretion und geringer Eiterproduktion sich sehr rasch mit kräftigen Granulationen auskleidet. Ausserdem bewirkt die Jodoformirung aber auch bei bereits septischen, zerfallenen und jauchenden Wunden schon nach kurzer Zeit eine Sistirung aller Zersetzungsvorgänge und der durch die lokale Sepsis bedingten Erscheinungen. Es ist daher wohl zweifellos, dass das Jodoform in vielen Fällen von complicirten Fracturen mit grösstem Vortheil angewendet werden kann, wenn auch bisher noch fast gar keine Erfahrungen hierüber vorliegen [1]), ja vielleicht hat dasselbe gerade auch auf diesem Gebiete sogar eine grosse Zukunft.

Schliesslich ist die permanente antiseptische Irrigation anzuführen, die unstreitig das wirksamste Hülfsmittel des antiseptischen Apparates darstellt. Sie verdient daher bei den schwersten Fällen und namentlich bei bereits septisch inficirten Wunden Anwendung und vermag auch dann noch Asepsis zu erzielen, wenn der trockene und feuchte Occlusivverband sich als machtlos erweist.

2) Die Technik der antiseptischen Behandlung der complicirten Fracturen.

§. 249. Es gehört unstreitig zu den grössten Verdiensten Volkmann's, die Technik der antiseptischen Behandlung der complicirten Fracturen bis zu einem Grade der Vollendung ausgebildet zu haben, wie es nur möglich ist auf Grund eines reichen Beobachtungsmateriales, einer überzeugungsvollen Beherrschung der antiseptischen Principien bis in das kleinste Detail, sowie einer skrupulösen und pedantischen Sorgfalt bei der Behandlung jedes einzelnen Falles.

Volkmann stellt den Satz voran: „Der erste Verband entscheidet das Schicksal des Kranken und bestimmt den Gang des Wundverlaufes.“ Er verlangt desshalb bei der ersten Besorgung der Wunde eine absolut sichere primäre Desinfektion derselben mit Hülfe von ausgiebigen Erweiterungsschnitten und Gegenincisionen, Entfernung aller Blutgerinnsel und loser Knochensplitter, Abglättung scharfer Bruchenden, ferner sorgfältige Drainage und schliesslich einen sicher abschliessenden und gleichmässig comprimirenden Carbolgazeverband.

Wir acceptiren dieses Verfahren voll und ganz für die grösste Mehrzahl der Fälle und werden uns im Folgenden genau an die von Volkmann gegebenen Vorschriften anschliessen. Nur sollen ausserdem zwei Kategorieen von Fällen ausgesondert werden, in denen wir eine andere Technik empfehlen, nämlich einerseits die einfachsten Fälle von frischen Durchstechungsfracturen, in denen die Schorfheilung durch

[1]) Mit sehr günstigem Erfolge habe ich kürzlich die Jodoformbestreuung bei einer schweren comminutiven Schussfractur des Schlüsselbeines mit Verletzung der Lungenspitze (Haemoptoe) angewandt. Das Gewehr war mit grobem Schrot geladen und à bout portant abgefeuert worden. Débridement der grossen zerfetzten Eingangsöffnung, Extraktion loser Splitter und des Papierpfropfes, Jodoformirung. Absolut reaktionslose Heilung mit geringer Eiterung.

einfache antiseptische Occlusion angestrebt werden soll, und andererseits die Fälle mit bereits septisch inficirten Wunden, in denen die antiseptische Irrigation den sichersten Erfolg vor allen anderen Verfahren verspricht.

Demgemäss ist die Technik eine verschiedene in den folgenden drei Kategorieen von Fällen.

§. 250. a) Verfahren bei ganz frischen, einfachen Durchstechungsfracturen.

Kommt eine complicirte Fractur ganz frisch, also innerhalb der ersten Stunden nach der Verletzung in Behandlung, ist die Wunde klein, ähnlich einer Stichwunde, noch blutend und unter der Hautwunde keine mit Blut gefüllte Höhle vorhanden, ist endlich nirgends in der Umgebung Emphysem zu fühlen, so ist die einfache antiseptische Occlusion angezeigt.

Nach sorgfältiger Reinigung und Desinfektion der Haut in weiter Umgebung der Wunde wird letztere mit 5procentiger Carbolsäurelösung überspült und mit einem Haufen Krüllgaze bedeckt. (Vielleicht empfiehlt sich auch zur unmittelbaren Bedeckung der Hautwunde das Aufstreuen von Jodoformpulver.) Hierauf wird das ganze Glied ringsum mit einer achtfachen Schichte Carbolgaze eingehüllt und die Ränder der Gazeplatte noch überdiess mit Streifen von Carbol- oder Salicylwatte bedeckt; darüber Firniss- oder Guttaperchapapier. Dann folgt eine gleichmässige und exakte Compressiveinwicklung mit feuchten Gazebinden, und schliesslich wird ein Schienenverband oder auch ein geschlossener Gypsverband angelegt. Der Verband bleibt einige Wochen unverändert liegen, bis die Wunde vollkommen geheilt ist, und wird dann durch einen einfachen Gypsverband ersetzt, der bis zur Consolidation der Fractur liegen bleibt.

Es wird also in diesen Fällen sowohl von der Exploration als auch von dem Débridement und der gründlichen Desinfektion der Wunde abgesehen, weil mit Sicherheit anzunehmen ist, dass in eine kleine noch blutende Wunde keine septischen Keime eingedrungen sind, da diese ja sonst gegen den Blutstrom hätten eindringen müssen. Diese Annahme ist durch die Erfahrung bereits hinlänglich bestätigt, da jenes Princip der Primärheilung unter dem aseptischen Schorfe in zahlreichen, zum Theil sogar schwereren Fällen von Langenbeck, Bardeleben, Wilms, Bergmann u. A. mit sicherem Erfolge durchgeführt worden ist. Auch schon vor der Einführung der strengen Antiseptik sind mit der sogenannten Carbolverschorfung (d. h. Auflegen von Charpie in rohe Carbolsäure oder concentrirte Carbollösung getaucht) in manchen Hospitälern zahlreiche Fälle von Heilungen ohne oder mit geringer Eiterung beobachtet worden, wenn auch das Verfahren natürlich für die schwereren uud nicht frischen Fracturen nicht ausreichen konnte.

Aus diesen Gründen ist es entschieden gerechtfertigt, bei der angegebenen Kategorie von complicirten Fracturen den Vortheil der kleinen frischen Wunde auszunützen und die Heilung auf dem einfachsten Wege herbeizuführen. Dagegen erscheint es allerdings gewagt, das Verfahren auch auf Fälle mit schwererer Verletzung der Weichtheile und namentlich solche, welche nicht ganz frisch in Be-

handlung kommen, auszudehnen, wie es zum Theil von Bergmann geschehen und neuerdings empfohlen worden ist, da bei diesen die Asepsis nicht garantirt und leicht die Reihe der glücklichen Erfolge durch einzelne Misserfolge unterbrochen werden kann.

§. 251. Nur eine wichtige Frage bleibt noch zu erörtern, ob nämlich die einfache antiseptische Occlusion auch bei Comminutivfracturen mit kleiner Hautwunde anwendbar ist, oder ob die Gegenwart von Splittern unbedingt das Débridement der Wunde behufs ihrer Extraktion erheischt? A priori können wir die letztere Frage verneinen, da ja, wie früher (§. 161) nachgewiesen wurde, selbst vollständig abgetrennte und ihres Periostes beraubte Splitter auch bei complicirten Fracturen wieder anheilen können, falls nur die äussere Wunde per primam heilt und Eiterung von derselben ferngehalten wird. Ist also die äussere Wunde einfach und klein und zur primären Heilung geeignet, so darf diese letztere auch bei Gegenwart einzelner Splitter entschieden angestrebt werden. Von unserem heutigen Standpunkte betrachten wir ja die Splitter, wenn sie auch eine mechanische Reizung verursachen, an sich nicht als Entzündungsirritamente, sondern nur dann, wenn sie von aussen her, also beispielsweise bei direkten Fracturen durch von aussen eingedrungene Fremdkörper mit septischen Keimen inficirt sind.

Ausreichende praktische Erfahrungen liegen allerdings, wenn wir von den Schussfracturen absehen, über die antiseptische Occlusion von Comminutivfracturen noch nicht vor. Denn die complicirten Fracturen mit erheblicherer Splitterung, welche durch die Gewalten des civilen Lebens hervorgerufen werden, weisen sehr selten nur eine kleine Hautwunde auf, sondern sind fast immer mit einer entsprechend ausgedehnten Quetschung und Zerreissung der bedeckenden Weichtheile verbunden. Anders bei den Schussfracturen, deren Eigenthümlichkeit gerade in der ausgedehnten Zerschmetterung des Knochens gegenüber der geringen Verletzung der Weichtheile besteht, welche sich oft durch Nichts von einem einfachen Fleischschusse unterscheidet. Während also hier der Vortheil der kleinen Hautwunde benützt werden kann, steht andererseits das Bedenken gegenüber, dass die Wunde durch die Kugel und andere eingedrungene Fremdkörper, namentlich Kleidertheile, bereits mit Sepsisträgern inficirt sein kann. Indessen ist ja selbst ohne Anwendung antiseptischer Cautelen nicht so gar selten eine vollständige Schorfheilung von Schussfracturen, also ohne Extraktion und Elimination von Splittern beobachtet worden.

Die obige Frage — ob einfache antiseptische Occlusion oder Débridement und Splitterextraktion? — trifft den Kernpunkt der heutigen Diskussion über die primäre Behandlung der Schussfracturen.

Bekanntlich gingen schon früher die Ansichten der Kriegschirurgen über die Nothwendigkeit der Splitterextraktion und ihre Ausdehnung sehr weit auseinander. Während manche nach dem Vorgange von Jobert jede Extraktion auch der losen Splitter verwarfen oder wie Pirogoff, Stromeyer und Esmarch dieselbe möglichst einschränkten, empfahl die Mehrzahl nach dem Vorgange von Baudens, Guthrie, Legouest, Roux die Entfernung aller, auch der adhärenten Splitter, da dieselben in der Regel absterben, langdauernde Eiterung unterhalten und in den Callus eingeschlossen werden können.

Die Erfahrungen des Krieges 1870/71, in welchem noch keine strenge Antiseptik geübt wurde, waren den ausgedehnten Splitterextraktionen günstig: man

war allgemein zu der Ansicht gelangt, dass bei comminutiven Fracturen das Débridement und die Entfernung aller erreichbaren und ablösbaren Splitter principiell gefordert werden müsse (v. Langenbeck, V. Bruns, Billroth, Beck u. A.). Allein die Einführung der Antiseptik hat auch dieses Princip bereits erschüttert. Denn in dem letzten russisch-türkischen Kriege wurden namentlich von Bergmann, Reyher, Schmidt u. A. zahlreiche glänzende Erfolge mit der einfachen primären Occlusion erzielt, indem bei aseptischem Verlaufe keine Splitterextraktion nöthig wurde, sondern sämmtliche Splitter, selbst bei sehr grosser Anzahl, einheilten.

In der Diskussion über diese Frage auf dem Chirurgencongress des Jahres 1880 standen sich die Ansichten für und wider die primäre Splitterextraktion noch ziemlich schroff gegenüber. Während v. Langenbeck zugab, dass dieselbe nicht mehr als allgemeine Regel zu empfehlen sei, sondern nur für sehr comminutive Fracturen, vertrat Esmarch die Ansicht, dass jede Schussfractur, die nicht offenbar die primäre Amputation nöthig macht, seien die Splitter auch noch so zahlreich, anfangs mit möglichst antiseptischer Occlusion und Immobilisirung (also ohne Digitaluntersuchung und Débridement) zu behandeln sind. Für das letztere Princip spricht übrigens schon der Umstand, dass bei der grossen Anzahl von Verwundeten das Débridement auf dem Schlachtfelde nicht durchzuführen ist, und dass bei grosser Ausdehnung der Splitterung und des Blutextravasates, namentlich am Oberschenkel, die gründliche Desinfektion oft nicht sicher gelingt.

§. 252. b) Verfahren bei den gewöhnlichen schwereren Fällen von complicirten Fracturen.

Zunächst gehen die bekannten Vorbereitungen voraus, welche in der sorgfältigen Desinfektion alles dessen, was mit der Wunde in Berührung kommen kann, sowie der Haut des ganzen gebrochenen Gliedes besteht. Letztere wird mit Seife, Bürste, Rasirmesser und Strömen von Carbolsäurelösung gereinigt und desinficirt. Gewöhnlich wird der Verletzte chloroformirt.

Man schreitet nun zu einer gründlichen Desinfektion der ganzen Wundhöhle. Zuweilen reicht hiezu die vorhandene Wundöffnung aus, wenn man bequem den Finger durch dieselbe einführen oder sie mit scharfen Haken so weit auseinander ziehen kann, dass man die Bruchspalte übersieht und alle Punkte der Wundhöhle erreicht. In der Regel muss aber die Wundöffnung erst mit dem Messer bis zu dieser Weite dilatirt werden (Débridement), worauf man die ganze Höhle sammt den von ihr ausgehenden Recessus auswäscht und sämmtliche Blutcoagula sowie etwa eingedrungene Fremdkörper herausspült. Sind längere Ausbuchtungen und Nischen vorhanden, so werden dieselben möglichst an ihrem Ende incidirt und drainirt, und ebenso an Stellen, wo ausgedehntere Ablösungen der Haut von ihrer Unterlage vorhanden sind, kurze Incisionen, zuweilen in grosser Anzahl gemacht, um ebenfalls Drainröhrchen einlegen zu können. Liegt die Wundöffnung für ihre Erweiterung und für die Desinfektion der Bruchspalte sehr ungünstig, wie es übrigens nur bei Schussfracturen häufiger vorkommt, so wird in jene nur ein Drainrohr eingeführt, dagegen die Bruchspalte von derjenigen Seite aus, wo sie oberflächlicher liegt, durch einen grossen Schnitt frei gelegt und desinficirt. Findet man bei der Untersuchung mit dem Finger auch hinter den Fragmenten noch Taschen in den auseinandergerissenen Muskeln, so müssen die Bruchenden auseinandergebogen und aus der Wunde hervorgedrängt werden, um auch die tiefsten Buchten gründlich auswaschen zu können. Sind einzelne Weichtheile, namentlich Muskelpartieen, stark zerquetscht, zerrissen und zerfetzt, so ist es zuweilen nöthig, dieselben mit der Scheere abzutragen, um die

Wundverhältnisse im Sinne einer möglichst glatten und raschen Heilung zu corrigiren.

§. 253. Bei Comminutivfracturen kommt ferner die Splitterextraktion in Frage. Es gilt als allgemeine Regel, alle Splitter zu entfernen, welche vollständig von den Weichtheilen gelöst sind oder nur an einem schmalen Periost- oder Muskelstreifen hängen. Denn diese Splitter gelangen in der Regel nicht zur Einheilung, sobald es zur Eiterung und Sepsis in der Wunde kommt, die sich bei solchen complicirten Fracturen nicht immer ganz vermeiden lässt. Die todten Splitter nehmen dann an der Zersetzung Theil und befördern dieselbe, wirken als septische und mechanisch reizende Fremdkörper und hemmen auch unter Umständen den freien Abfluss der Wundsekrete. In sehr schweren Fällen kann es sogar gestattet sein, einzelne theilweise an den Weichtheilen anhängende Splitter zu entfernen, wenn nur auf diesem Wege der freie Abfluss der Wundsekrete hergestellt und die Knochenwundhöhle ausreichend drainirt werden kann. Man trennt dann die Weichtheile, an denen der Splitter haftet, nicht einfach mit der Scheere durch, sondern löst sie mit dem Raspatorium ab, so dass das Periost in der Wundhöhle verbleibt, da die Erhaltung auch kleiner Periost-stücke für die Callusbildung von grossem Werthe ist. Dagegen werden in der Regel alle Splitter, welche an einer breiten Weichtheilbrücke adhäriren, erhalten und sorgfältig in ihre normale Lage reponirt, da ihre Anheilung bei aseptischem Verlaufe mit Sicherheit zu erwarten und nicht nur für die Consolidation der Bruchstelle, sondern auch mit Rücksicht auf die nach ausgedehntem Knochendefekte zurückbleibende Verkürzung des Gliedes von grösster Bedeutung ist. Im Gegensatze zu dem früher gültigen Princip, überhaupt alle erreichbaren und ablösbaren Splitter zu entfernen, ist man also bei Anwendung der Antiseptik unbedingt berechtigt, die Splitterextraktion entschieden weniger weit zu treiben.

Ferner ist es zuweilen nöthig, die Spitze eines Fragmentes mit der schneidenden Knochenzange oder Säge abzutragen, nachdem man das Periost, falls es die Spitze überkleidet, abgelöst und zurückgestreift hat. Dieser Eingriff ist angezeigt bei Schrägbrüchen, wie namentlich solchen der Tibia, bei denen ein spitzes Bruchende durch die Haut hervorragt und sich nicht reponiren lässt oder eine fortdauernde Neigung zur Dislokation und Anspiessung der benachbarten Weichtheile und der äusseren Haut zeigt.

Dagegen ist es auch in schweren Fällen von Comminutivfracturen nicht gerathen, eigentliche Continuitäts-Resektionen vorzunehmen, d. h. beide Bruchenden mit der Säge abzutragen, wie es früher namentlich bei Schussfracturen (Baudens, v. Langenbeck) empfohlen wurde, um an Stelle unregelmässiger rauher Bruchflächen einfache glatte Sägeflächen zu erhalten und dadurch schweren Entzündungen und Eiterungen vorzubeugen. Solche Continuitäts-Resektionen sind durch die Hülfe der Antiseptik vollkommen überflüssig geworden, weil letztere viel sicherer das Auftreten schwerer Entzündungen beherrscht. Ueberdiess steht das Bedenken entgegen, dass die grosse Lücke im Knochen entweder gar nicht oder nur unvollständig durch Knochenregeneration ausgefüllt wird, so dass entweder Pseudarthrose oder starke Verkürzung zurückbleibt.

Die Resultate dieser früher häufig ausgeführten Continuitäts-Resektionen waren sehr ungünstig. Beispielsweise ergibt sich aus einer älteren Zusammenstellung der Casuistik von Scheller (Einiges über Resektion in der Continuität nach Fracturen. Inaug.-Diss. Würzburg 1855), dass von 112 Fällen nur 68 geheilt wurden, während 26 starben und 18 nachträglich amputirt werden mussten oder den Ausgang in Pseudarthrose nahmen.

Nun folgt die Drainage und Naht. Es werden zahlreiche kurze Drains eingeführt, welche zweckmässig disponirt sein müssen. Diejenigen in der Hauptwunde reichen nur bis auf die Knochenspalte, aber niemals in dieselbe hinein; da wo Hautablösungen incidirt wurden, genügen meist 1—2 cm lange Röhrenstückchen. Alle Drains werden im Niveau der Hautoberfläche abgeschnitten und durch eine quer hindurchgesteckte Sicherheitsnadel fixirt. Sämmtliche Incisionswunden werden nun bis an die Drainröhren heran exakt genäht, ebenso die Hauptwunde, falls sie zur Heilung per primam geeignet erscheint.

§. 254. Das bisher geschilderte Verfahren findet nicht blos bei den Diaphysenfracturen, die wir bisher im Auge hatten, sondern auch bei complicirten Gelenkfracturen Anwendung. Ist das Gelenk nicht durch eine direkt penetrirende Wunde, sondern nur durch eine Bruchspalte oder Fissur des Gelenkendes eröffnet, was aus dem Vorhandensein eines Hämarthros erschlossen wird, so wird die Gelenkhöhle sofort an der geeignetsten Stelle direkt und breit incidirt, durch Auswaschen von allem flüssigen und geronnenen Blute befreit, desinficirt und drainirt. Handelt es sich dagegen um eine Gelenkfractur, bei welcher die vorhandene Wunde unmittelbar in die Gelenkhöhle führt und Theile der Gelenkenden selbst frakturirt sind, so wird zunächst wieder die Wunde so weit dilatirt, dass man die Gelenkhöhle mit dem Finger untersuchen und durch Auseinanderziehen der Wundränder mit scharfen Haken die Gelenkenden besichtigen kann. Die weitere Aufgabe besteht dann in gründlicher Desinfektion des ganzen Gelenkes, nöthigenfalls in Gegenincisionen und Gegendrainage, sowie in der Herstellung möglichst einfacher Bruchverhältnisse. Zu dem Ende werden alle losen Splitter entfernt, scharfe Bruchenden mit Knochenzange und Säge abgetragen und ganz zertrümmerte Knochenpartieen vollständig entfernt. Es sind also diese Eingriffe nichts Anderes als partielle und atypische Gelenkresektionen, welche lediglich durch die speciellen Verhältnisse des einzelnen Falles bestimmt werden und bei der antiseptischen Behandlung ungleich häufiger als früher in Anwendung kommen können, während die primären Total-Resektionen nur mehr in den schwersten Fällen indicirt sind (s. u. Cap. VI. Indikationen der Amputat. und Resekt. bei Fracturen).

§. 255. Schliesslich schreitet man zur Anlegung des antiseptischen Verbandes. Während das Glied von Gehülfen in Extension und Contraextension gehalten wird, bedeckt man zunächst die Wunde mit einem Streifen gefensterten Protectivs oder Guttaperchapapiers und darüber mit zahlreichen Lagen taschentuchförmig zusammengedrückter Carbolgaze („Krüllgaze“), welche mittelst einer Binde aus derselben Carbolgaze ziemlich fest angedrückt werden. Die Gazebäusche bieten den Vortheil, dass sie nicht nur das Blut und die Wundsekrete ausserordentlich leicht aufsaugen, sondern auch eine exakte

und gleichmässige Compression gestatten, welche zur Erzielung einer primären Tiefenverklebung unentbehrlich ist. Darüber kommt nun erst die grosse Platte aus Carbolgaze in achtfacher Schichte, welche das Glied cirkulär umgibt und den ganzen Abschnitt der Extremität einschliesst. Wird der Verband kürzer gemacht, so ist es nothwendig, die Ränder desselben am obern und untern Ende noch mit Streifen von Carbol- oder Salicylwatte zu bedecken, um einen sicheren Abschluss zu erzielen. Das Ganze wird hierauf mit einem impermeablen Stoffe (Makintosh, Guttapercha-, Firniss- oder Pergamentpapier) eingehüllt und mit Binden aus appretirter angefeuchteter Gaze befestigt. Die Bindentouren sollen sich in mindestens dreifacher Lage decken, worauf sie beim Trocknen gut zusammenkleben und so steif werden, dass sie einen leichten Kleisterverband herstellen. Letzterer in Verbindung mit einer hinzugefügten Schiene (s. u. §. 229) bildet dann den Fracturverband.

Bei dem beschriebenen Verbande scheinen mir, wie ich mich immer mehr überzeugt habe, zwei Bedingungen unerlässlich, um constante und beste Resultate zu erzielen, nämlich sicherer Luftabschluss und exakte Compression. Um vollkommenen Luftabschluss zu bewirken, darf vor Allem mit dem Verbandmaterial nicht gespart werden: der Verband muss das Glied cirkulär umgeben und nach oben und unten mindestens 2—3 Hand breit die Wunde überragen. Besondere Schwierigkeiten ergeben sich nur bei Fracturen in der Nähe des Rumpfes, wenn der Verband denselben theilweise umfasst, da die Bindeneinwicklung durch den wechselnden Füllungszustand der Brust- und Bauchhöhle sich allmälig lockert. Hier lässt sich ein absolut sicherer Abschluss nur durch Anwendung dünner (Martin'scher) Gummibinden erzielen, welche ausserordentlich elastisch und vollkommen impermeabel sind und daher gleichzeitig am besten zur Erfüllung der andern Aufgabe, nämlich einer exakten Compression, dienen. Der Vortheil des Luftabschlusses und der Compression liegt offenbar darin, dass parenchymatöse Nachblutungen verhindert, die primäre Tiefenverklebung befördert und die Sekretion der Wunde häufig auf ein Minimum beschränkt wird. Auf diese Weise braucht auch der Verband nur selten gewechselt zu werden, so dass hiedurch der grössere Materialaufwand beim ersten Verbande mehr wie ausgeglichen wird.

Das geschilderte Verfahren beim ersten Verbande lässt sich in Zukunft vielleicht mit Vortheil mit der Anwendung des Jodoform verbinden, das eine eminente Sicherheit der Asepsis garantirt. Es wird dann in derselben Weise zuerst die gründliche Desinfektion vorgenommen, nöthigenfalls mit Débridement und Incisionen, und ebenso sorgfältig drainirt, hierauf werden diejenigen Wunden, welche nicht zur prima intentio geeignet sind, mit Jodoform ausgepulvert und mit Bäuschen von Jodoformgaze bedeckt. Darüber kommt der geschilderte Carbolgazeverband, den ich vorläufig in schweren Fällen nicht missen möchte; die nächste Zukunft wird lehren, ob auch ein einfacher Watteverband dieselbe volle Sicherheit gewährt.

§. 256. Die weitere Nachbehandlung gestaltet sich, wenn völlige Asepsis erzielt ist, oft sehr einfach. In den günstigsten Fällen, bei der Heilung per primam, genügt ein einziger Wechsel des Ver-

bandes nach 6—8 Tagen behufs Entfernung der Nähte und Drains. Der zweite Verband bleibt dann bis zur Heilung liegen. In den gewöhnlichen Fällen, in denen die Wunde nicht zur unmittelbaren Verklebung geeignet ist, sondern auf dem langsamen Wege verheilt, wird der Verband alle 2—4 Tage gewechselt, so lange eine stärkere seröse oder serös-blutige Sekretion besteht, später in längeren Zwischenräumen, wenn das Sekret spärlich und dickschleimig geworden ist. Jeder solcher Verbandwechsel soll möglichst rasch aber doch sehr behutsam und mit grösster Schonung vollzogen werden. Man hüte sich vor Allem, die Wunde, welche in der ersten Zeit mit einem feuchten dunkelrothen Blutgerinnsel oder einem eigenthümlichen glasigen Exsudat ausgefüllt ist, irgendwie zu untersuchen oder mit dem Irrigatorstrahle auszuspülen, weil hiedurch die frischen Verklebungen wieder zerrissen und der glatte Verlauf gestört würde. Vielmehr beschränkt man sich darauf, die umgebende Haut mit feuchter Carbolwatte zu säubern, ohne sie im geringsten zu zerren und zu verschieben, und die Wunde sofort wieder mit einem gefensterten Guttaperchaplättchen zu bedecken. Die Drains werden entfernt, sobald sich kein Sekret mehr aus denselben entleert, und zwar die in den oberflächlichen Incisionen meist schon nach 3–4 Tagen. Der Verband wird so lange fortgesetzt, bis die Wundspalte mit Granulationen ausgefüllt ist, so dass nur noch eine granulirende Fläche in demselben Niveau mit der Haut vorhanden ist. Dann genügt ein einfacher leichter Schutzverband, über welchen ein geschlossener Gypsverband wie bei einer subkutanen Fractur gelegt werden kann, bis die Consolidation der Bruchstelle vollendet ist.

Im Gegensatze zu diesem vollkommen glatten Verlaufe kommen im Ganzen selten Störungen desselben vor, welche andere Massnahmen erheischen. So kann es hie und da nöthig werden, an irgend einer Stelle, wo sich Sekretverhaltung zeigt, ein neues Drainröhrchen einzuschieben, oder wegen Eitersenkung von Neuem zu incidiren und zu drainiren. Oder man hat ausnahmsweise noch nachträglich, wenn noch ein oberflächlich granulirender Defekt oder eine Fistel vorhanden ist, die Extraktion eines kleinen Sequesters vorzunehmen.

§. 257. c) Verfahren bei nicht frischen und septisch inficirten Wunden.

Unter den „nicht frischen“ Fällen verstehen wir diejenigen, welche nach Ablauf von 24 Stunden in Behandlung treten. Die Aufgabe, bei denselben einen aseptischen Verlauf herbeizuführen, ist natürlich im Allgemeinen eine viel schwerere und weniger aussichtsvolle, als bei den frischen Verletzungen derselben Art, jedoch hängt in dieser Beziehung von den speciellen Verhältnissen des einzelnen Falles ausserordentlich viel ab. Es sind daher die günstigeren und ungünstigen Fälle zu unterscheiden, da beide Kategorieen auch ein abweichendes Verfahren verlangen.

Zu den günstigeren Fällen gehören diejenigen, welche noch keine stärkere und ausgebreitete Wundreaktion aufweisen, wenn auch vielleicht bereits eine deutliche Zersetzung der Wundsekrete eingeleitet ist. Unter solchen Umständen lässt sich nach den bisherigen Erfahrungen in der Regel doch noch ein aseptischer Verlauf erzielen, d. h.

wenigstens eine ungestörte Heilung auf dem Wege der Granulation, jedoch meist mit stärkerer Eiterung und häufig mit Bruchendennecrose. Das einzuschlagende Verfahren ist im Wesentlichen dasselbe wie bei frischen Fracturen, nämlich gründliche Desinfektion mittelst Débridement und antiseptischer Occlusivverband. Nur muss die erste Besorgung der Wunde wo möglich noch energischer und genauer vorgenommen und namentlich die Wunde mit allen ihren Recessus durch ergiebige Spaltungen für die desinficirende Auswaschung gehörig zugänglich gemacht werden. Ist man sicher, dass eine völlige Desinfektion der Wundhöhle gelungen ist, und dass das umgebende Gewebe noch nicht mit septischen Stoffen infiltrirt ist, so werden die Erweiterungsschnitte und Einschnitte bis auf die Drainröhren genäht und der beschriebene Occlusionsverband angelegt. Oder die Wunde wird mit Jodoformpulver sorgfältig bis in alle Winkel hinein bestreut und mit Jodoformgaze bedeckt, weil hiedurch am sichersten die Zersetzungsvorgänge aufgehoben werden. Derselbe Verband wird bis zur Heilung fortgesetzt, wenn die Wunde bei dem ersten Verbandwechsel sich aseptisch zeigt, das Sekret geruchlos ist und keine progrediente Eiterung sich entwickelt. Nur muss in der Regel wegen der stärkeren Sekretion der Verband häufiger gewechselt werden und die Drainröhren länger liegen bleiben, als bei den zuerst beschriebenen Fällen; der Gebrauch des Irrigators zum Ausspülen der Wunde soll jedoch, sobald letztere aseptisch ist, in gleicher Weise vermieden werden, wie bei jenen Fällen.

Diesen günstigeren Fällen stehen diejenigen gegenüber, welche bereits das ausgesprochene Bild lokaler Sepsis darbieten, sei es, dass sie erst spät in antiseptische Behandlung kommen oder ausnahmsweise erfolglos antiseptisch behandelt sind. Man findet deutliche Zersetzung der Wundsekrete oder eigentliche Jauchung und mehr oder minder starke und ausgebreitete entzündliche Reaktion in der Umgebung der Wunde, unter Umständen auch bereits nekrotisches Absterben stark gequetschter Weichtheile, sowie progrediente Eiter-, Jauche- und Luftinfiltration des Zellgewebes in verschiedener Ausdehnung.

Hier ist zunächst auch wieder eine energische Desinfektion vorzunehmen, die aber natürlich die grössten Schwierigkeiten macht und sich oft nicht völlig erzwingen lässt. Denn hiezu gehört, dass alle septisch inficirten Gewebe durch Einschnitte von aussen dem desinficirenden Mittel zugänglich gemacht und alle fauligen nekrotischen Gewebe mit Messer und Scheere abgetrennt werden. Man macht also mehrfache lange Incisionen und Gegenincisionen, um die aufgerissenen und blutinfiltrirten Muskelinterstitien freizulegen. Bei ausgedehnten subkutanen Blutinfiltraten sowie bei bereits bestehender septischer Phlegmone fügt man noch eine grosse Anzahl kleiner Einschnitte durch die Haut hinzu, um Blut, Eiter, Jauche und Gase auszudrücken und die desinficirende Flüssigkeit von möglichst vielen Stellen aus einwirken zu lassen. Derartige multiple Skarifikationen haben mir häufig ausgezeichnete Dienste geleistet, um die Zwischenräume zwischen den langen Incisionen zu eröffnen. Von allen diesen Schnitten aus wird eine gründliche Ausspülung und Auswaschung mit 5procentiger Carbolsäure- oder Chlorzinklösung vorgenommen und allenthalben Drainröhrchen eingeführt.

Zur weitern Nachbehandlung ist nun aber die antiseptische Occlusion nicht geeignet — vielleicht aber eine starke Jodoformirung der Wunde? —, da jene bei bereits bestehender Fäulniss der Wunde keine ausreichende desinficirende Kraft besitzt. Auch muss dann natürlich von einem comprimirenden Verbande ganz abgesehen werden, am besten sogar von jedem Verbande überhaupt, um die eintretenden Veränderungen jeder Zeit controliren zu können. Diesen beiden Anforderungen einer andauernden kräftigen Desinfektion bei völligem Offenbleiben der Wunde entspricht allein die permanente antiseptische Irrigation, das wirksamste und zuverlässigste Mittel unseres gesammten antiseptischen Apparates, das selbst in den schwersten Fällen noch die Sepsis zu bezwingen vermag, wo sich alle anderen Massnahmen als unzureichend erweisen. Ihre Wirksamkeit beruht offenbar darauf, dass durch den continuirlichen Flüssigkeitsstrom alle Sekrete sofort abgeschwemmt und die Gewebe mit dem Antisepticum imprägnirt werden, so dass jede Stagnation verhindert, die Fermentation der Gewebsflüssigkeiten gehemmt und die Resorption septischer Stoffe am sichersten beschränkt wird.

Die antiseptische Berieselung ist so einzuleiten, dass dabei die Wunde, wenn nur eine einzige vorhanden ist, völlig unbedeckt bleibt; sind mehrere Wunden vorhanden, so wird das Glied, so weit die Berieselung reichen soll, mit einer einfachen oder höchstens doppelten Schichte Gaze bedeckt, damit sich die Berieselungsflüssigkeit in der gewünschten Ausdehnung vertheilt [1]). Die Haut im Umfange der Wunde wird häufig mit Vaseline eingerieben, um sie gegen die macerirende Einwirkung der Irrigation zu schützen. Für den Abfluss der Irrigationsflüssigkeit muss durch reichliche Drainage gesorgt werden. Was die Wahl des geeignetsten Antisepticum betrifft, so hat sich mir die Lösung von essigsaurer Thonerde am besten bewährt, weil sie noch in starker Verdünnung wirksam desinficirt, zugleich aber weder Hautreizung noch Intoxikation herbeiführt. Man benützt in der ersten Zeit eine 1procentige, später eine ½procentige Lösung von Alum. acet., welche entweder durch Zersetzung von Alaun und Bleizucker oder durch Lösung der sogenannten Colloidalthonerde in verdünnter Essigsäure dargestellt wird [2]); stärkere Lösungen werden nur kurze Zeit ertragen, weil durch den Gehalt derselben an freier Essigsäure ein brennendes Gefühl in der Wunde erzeugt wird. Aehnliche günstige Eigenschaften besitzt auch eine etwa 10procentige Lösung von schwefligsaurem Natron (Minnich), welche ziemlich kräftig desinficirt, nicht reizt und keine toxische Wirkung hat. Dagegen sind die Salicyl- und Thymollösungen in den gebräuchlichen Verdünnungen weniger wirksam, die

---

[1]) Noch sicherer und bequemer lässt sich die permanente Irrigation ausgedehnter oder mehrfacher Wunden mittelst eines neuerdings von Starcke (Centralblatt für Chir. 1881, Nr. 18) angegebenen einfachen Apparates durchführen. Die Irrigationsflüssigkeit wird in eine über dem Gliede aufgehängte blecherne Röhre mit mehreren Ausflussöffnungen geleitet, welche letztere mit Gummiröhrchen versehen sind. Die Gummiröhren enden theils über der Wundfläche, theils werden sie direkt in die Wundspalten geleitet.

[2]) Bezüglich des näheren Details vergl. P. Bruns, Die permanente Irrigation mit essigsaurer Thonerde (Berl. klin. Wochenschr. 1878, Nr. 30) und Pinner, Die essigsaure Thonerde und ihre Anwendung bei der Lister'schen Wundbehandlungsmethode (ebendaselbst 1880, Nr. 12).

Carbollösungen wegen der Reizung der Wunde und Haut und wegen der Intoxikationsgefahr weniger geeignet.

Die antiseptische Irrigation wird so lange fortgesetzt, bis die Wunde völlig aseptisch geworden ist, und hierauf die weitere Nachbehandlung mit dem trockenen Carbolgazeverband fortgesetzt. Ich habe auf diese Weise bei einer Anzahl schwerer complicirter Fracturen dem Verletzten Glied und Leben zu erhalten vermocht, welchen beiden schon die höchste Gefahr drohte. Allerdings erfordern solche Fälle oft die grösste Mühe, Sorgfalt und Aufmerksamkeit des behandelnden Arztes, da es meist nicht ohne verschiedene Zwischenfälle und Störungen des Verlaufes abgeht, wie wir sie in einem späteren Abschnitte erörtern werden. Namentlich muss jede Eiterretention und Eitersenkung sofort erkannt und allenthalben durch Incision und Drainage für freien Abfluss gesorgt werden; es sind Splitter- und Sequesterextraktionen zu machen und dabei muss ununterbrochen für eine sichere Immobilisirung der Fragmente sowie für eine bequeme Lagerung des Patienten gesorgt werden —, kurz eine Reihe der schwersten Aufgaben, so dass die Behandlung solcher complicirten Fracturen mit Recht zu den schwierigsten Leistungen des Chirurgen gezählt wird.

3) Der Fracturverband bei antiseptischer Behandlung.

§. 258. Neben der Behandlung der Wunde geht bei den complicirten Fracturen noch die Sorge für eine correkte Heilung des Knochenbruches einher, welche wie bei den einfachen Fracturen in der Reposition und Retention der Fragmente besteht.

Was zuerst die Reposition betrifft, so ist dieselbe ganz nach den für die subkutanen Fracturen angegebenen Regeln auszuführen. Nur kann es, wie bereits erwähnt wurde, hie und da nöthig werden, ein zugeschärftes spitzes Bruchende abzutragen, falls es aus der Wunde hervorragt und sich nicht reponiren lässt, oder falls es nach der Reposition eine fortdauernde Neigung zur Dislokation und beständiger Reizung der umgebenden Weichtheile zeigt.

Für die Retention der Fragmente, den Fracturverband, erwachsen dagegen aus dem Vorhandensein einer äusseren Wunde besondere Schwierigkeiten. Um nämlich letztere der regelmässigen Beobachtung und Behandlung zugänglich zu machen, muss der Fracturverband entweder jedesmal abgenommen und wieder erneuert oder von vornherein so eingerichtet werden, dass die Wunde und ihre Umgebung von demselben ganz frei bleibt. Der letztere Weg ist a priori gewiss vorzuziehen, da hiebei die Immobilisirung der Bruchstelle bei der Besorgung der Wunde gar nicht unterbrochen wird, allein er ist natürlich mit grösseren technischen Schwierigkeiten verknüpft, die mit dem Umfange der Wunde zunehmen und bei Gegenwart einer sehr ausgedehnten oder gleichzeitiger mehrfacher Wunden fast unüberwindlich werden können.

Ganz besonders erschwert wird aber die Anwendung permanenter Verbände bei gleichzeitiger Anwendung des antiseptischen Verbandes, wie er oben beschrieben wurde, der das Glied cirkulär in grosser

Ausdehnung umgeben soll. Ehe wir jedoch die Versuche einer praktischen Lösung dieser technischen Schwierigkeiten erörtern, muss die principielle Frage entschieden werden, ob die Antiseptik oder die Immobilisirung unbedingt in erste Linie zu stellen ist, ob also die nothwendige Combination beider eher auf Kosten der erstern oder letztern durchzuführen ist.

Man ging bekanntlich vor Einführung der Antiseptik von der Ueberzeugung aus, dass „die genaueste Fixirung der Fragmente diejenige Bedingung ist, welche zuerst erfüllt werden muss, wenn die Heilung in günstiger Weise vorschreiten soll, und dass Nichts mehr die Entzündung um die Wunde anzuregen im Stande ist, als die Bewegung der Fragmente —, dass also die sichere Feststellung derselben das wichtigste und wirksamste Antiphlogisticum ist" (Billroth). Und gewiss mit vollem Rechte. Denn so lange man keinen sicheren Schutz gegen das Auftreten einer heftigeren Wundentzündung besass, konnten selbst leichte Bewegungen der Bruchenden in der Bruchspalte eine stärkere Entzündung, Jauchung und Eitersenkung herbeiführen. Ist dagegen bei der antiseptischen Behandlung die Bruchspalte und Wunde mit dem feuchten Schorfe aus Blutgerinnsel ausgefüllt und abgeschlossen, und jede Entzündung in der Umgebung verhütet, so haben erfahrungsgemäss auch leichte Bewegungen der Bruchenden beim Verbandwechsel keine Reaktion und Störung der Asepsis im Gefolge. Unter allen Umständen liegt aber der Schwerpunkt bei der Behandlung offener Brüche in der Verhütung der Wundentzündung, die das Leben bedroht — und gegen diese gewährt nur die strengste Antiseptik Schutz, keineswegs aber selbst die absolute Immobilisirung. Die Antiseptik steht also unbedingt in erster Linie, wenigstens in der ersten Zeit bis zur Ausfüllung der Bruch- und Wundspalte mit Granulationen, selbst wenn das Glied zum Wechsel des antiseptischen Verbandes aus dem Fracturverbande herausgenommen werden muss. Denn je vollständiger die Asepsis gelingt, um so seltener ist auch der Verbandwechsel nöthig und um so geringer die Gefahr, dass einmal die hiebei unvermeidlichen leichten Bewegungen der Fragmente eine Verzögerung der Consolidation oder das Eintreten einer Dislokation im Gefolge haben.

Die weitere Frage ist nun die: kann und soll der antiseptische Verband von Anfang an mit dem permanenten Verbande, speciell dem gefensterten Gypsverbande verbunden werden?

Halten wir daran fest, dass der antiseptische Verband nur dann einen sicheren Schutz gewährt, wenn er in der früher beschriebenen strengen Form angelegt wird, also das Glied in hinreichender Ausdehnung cirkulär einhüllt, so müssen offenbar, wenigstens bei weniger Geübten, um so leichter Misserfolge eintreten, je mehr derselbe zu Gunsten des Fracturverbandes räumlich eingeschränkt wird. Am nächsten liegt diese Gefahr gerade bei der vielfach empfohlenen Anwendung des cirkulären gefensterten Gypsverbandes. Denn um seine Festigkeit und Haltbarkeit nicht allzusehr zu beeinträchtigen, wird an der Stelle der Wunde nur ein relativ kleines Fenster ausgeschnitten, indem z. B. nach der Vorschrift von Bardeleben die Ränder des Fensters nur 2—3 Querfinger von den Wundrändern entfernt bleiben sollen. In Folge dessen ist der

antiseptische Verband nur auf die Wunde und ihre allernächste Umgebung beschränkt, und es lässt sich kaum vermeiden, dass Blut und Wundsekrete in den Gypsverband oder die Unterlagsbinde eindringen, sich zersetzen und die Wunde inficiren. Denn wenn auch die Ränder des Fensters mit antiseptischem Kitt verstrichen werden, so kann letzterer doch leicht Sprünge bekommen und sich von der Haut abheben. Ausserdem kommt es hie und da zu einem schädlichen Hervorquellen der im Fenster liegenden Weichtheile und endlich ist die Umgebung der Wunde jeder Controle entzogen, so dass etwa hinzutretende Hautgangrän oder Eitersenkungen unbemerkt bleiben. Handelt es sich vollends um offene Brüche mit ausgedehnten oder mehrfachen Hautverletzungen, mit ausgiebigen Erweiterungsschnitten, zahlreichen Incisionen, Gegenincisionen und Drainirungen, so würde ein mehrfach gefensterter oder unterbrochener Gypsverband nothwendig werden, der ausserordentlich schwierig und umständlich anzulegen und doch nicht frei von den erwähnten Uebelständen ist.

Aus diesen Gründen halte ich es, in Uebereinstimmung mit Volkmann, nicht für rathsam, bei der antiseptischen Behandlung der offenen Fracturen von Anfang an die gleichzeitige Anwendung des cirkulären (gefensterten oder unterbrochenen) Gypsverbandes als Regel aufzustellen. Verlangt doch nicht nur die Anlegung eines solchen Gypsverbandes, sondern auch die Durchführung der antiseptischen Behandlung der Wunde durch ein kleines Fenster hindurch eine so grosse Uebung, wie sie sich nur ein Fachchirurg zu eigen machen kann. Stellt man daher dieses Verfahren als Regel auf, so läuft man Gefahr, dass in den Händen minder Geübter sowohl die Antiseptik als die Immobilisirung Schaden leidet.

Damit soll jedoch nicht in Abrede gestellt werden, dass der gefensterte Gypsverband in den einfacheren und günstigeren Fällen und bei grösster Sorgfalt und Uebung mit gutem Erfolge angewandt werden kann; diess beweisen die Erfahrungen der Bardeleben'schen Klinik, in der fast ausnahmslos sofort nach der Aufnahme des Verletzten ein gefensterter Gypsverband angelegt, jedoch, wie ausdrücklich zu betonen ist, niemals eine primäre Erweiterung der Wunde ausgeführt wird („die Wunde ist, ihre Reinigung ausgenommen, für uns ein Noli me tangere"). Ausserdem unterliegt es auch keinem Zweifel, dass der Gypsverband bei aussergewöhnlicher Unruhe des Patienten und namentlich bei Delirium tremens unentbehrlich ist, da er allein selbst den stärksten Delirien zu widerstehen vermag, und dass er sogar stets nach Ablauf der ersten kritischen Zeit Anwendung verdient, sobald die Wunde mit Granulationen ausgekleidet ist und wenig mehr secernirt.

Für die erste Zeit der Behandlung passt demnach in der Regel nur ein solcher Fracturverband, der die Bruchstelle in weiter Umgebung mit einem sicher abschliessenden antiseptischen Verbande einzuhüllen gestattet. Hiezu eignet sich allerdings nicht immer ein und derselbe Verband, sondern man muss je nach dem Sitze des Bruches und den besonderen Verhältnissen des einzelnen Falles zwischen den verschiedenen Verbandarten wählen, die uns in grosser Zahl zu Gebote stehen. Sie bieten zugleich den grossen Vortheil dar, dass sie im Allgemeinen ungleich

einfacher, leichter und rascher anzulegen sind, als die mehr oder minder künstlichen Formen der gefensterten und unterbrochenen Gypsverbände — ein Vortheil, der in Anbetracht der oft sehr zeitraubenden ersten antiseptischen Besorgung der Wunde nicht gering anzuschlagen ist.

Die häufigste Verwendung verdienen nämlich die Schienenverbände, daneben hie und da Lagerungsapparate und bei Fracturen der unteren Extremitäten die Gewichtsextension. Da diese sämmtlich bereits im vorhergehenden Capitel besprochen worden sind, mag es an einigen kurzen Angaben über ihre specielle Verwendung bei den complicirten Fracturen genügen.

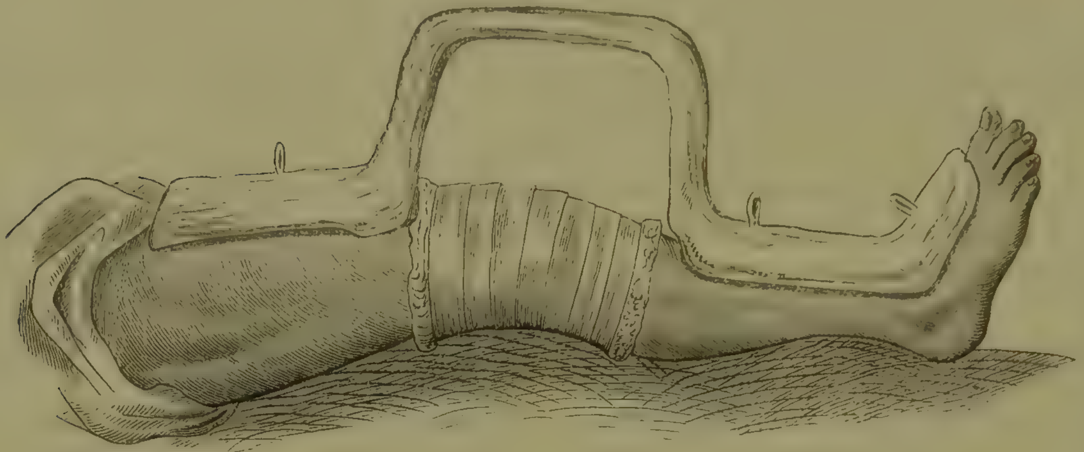
§. 259. Was zuerst die Schienenverbände betrifft, so sind hiezu am meisten die plastischen Schienen zu empfehlen, namentlich die aus plastischer Pappe, Filz und Gyps. Sie sind zur antiseptischen Behandlung von complicirten Fracturen aller Art vorzüglich geeignet, weil sie sich jeder Körperform genau anschmiegen und jeden Augenblick in beliebiger Form für den einzelnen Fall passend herzustellen sind. Man kann sie je nach Bedarf an der vordern oder hintern, innern oder äussern Seite des Gliedes anbringen und mittelst derselben namentlich auch bei Fracturen an der Schulter und Hüfte eine ausgezeichnete Lagerung erzielen, da man sie in beliebiger Form und Stellung auf den Rumpf übergehen lassen kann, während sich starre Schienen daselbst nicht verwenden lassen.

Die Schienen werden so breit genommen, dass sie etwas mehr als ein Drittheil der Cirkumferenz des Gliedes umfassen. Man legt sie in der Regel über den antiseptischen Verband an, und zwar wo möglich an diejenige Seite des Gliedes, dass sie durch überfliessendes Wundsekret nicht verunreinigt werden können, und befestigt sie mit angefeuchteten appretirten Gazebinden, deren Touren beim Trocknen fest werden und an einander kleben. Will man sie zur Suspension einrichten, so braucht man nur einige Knopflöcher in die Schiene zu schneiden oder zu bohren und Schnüre hindurchzuziehen; bei den Gyps-Hanfschienen können auch gleich während der Anfertigung derselben eine Anzahl Drahtösen oder Ringe eingegypst werden.

Die Schienen sind leicht zu entfernen und werden bei jedem Verbandwechsel abgenommen. Jedoch kann man auch in einfacheren Fällen, wenn die Wunde nicht zu gross und dabei günstig gelegen ist, die Schiene mit Vortheil in den antiseptischen Verband einschliessen, so dass sie bei dem Wechsel des letztern unverändert liegen bleibt. Sie wird dann im Niveau der Bruchstelle etwas schmäler gemacht und in Guttaperchapapier eingehüllt, während sie in ihrer übrigen Länge mit einer Schichte antiseptischer Watte gepolstert wird. So wird sie dann an der der Wunde gegenüberliegenden Seite unmittelbar auf die Haut applicirt und ausserhalb der Grenzen, welche der antiseptische Verband einnehmen soll, mit feuchten Gazebinden sorgfältig adaptirt und befestigt. Schliesslich wird der antiseptische Verband rings um das Glied angelegt, so dass er also die Schiene eine Strecke weit einschliesst. Ich habe diese Art des Verbandes in mehreren geeigneten Fällen von complicirten Fracturen sowie bei einer grösseren Anzahl von Osteotomieen mit dem besten Erfolge verwendet.

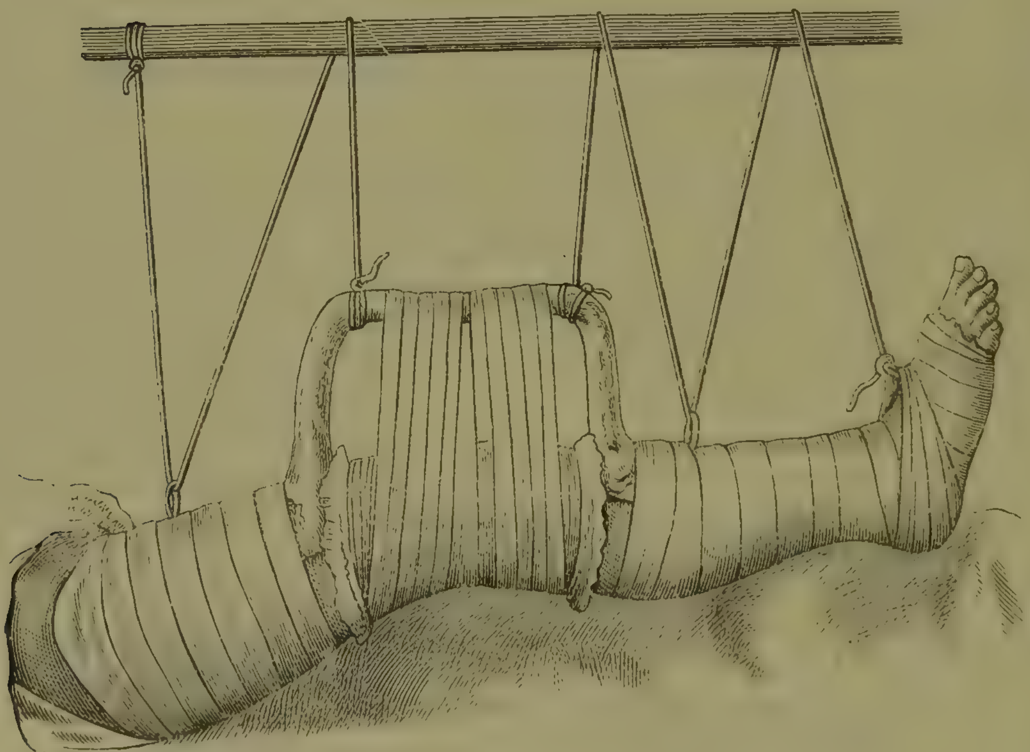
Benützt man Gyps-Gaze- oder Gyps-Hanf-Schienen, so lässt sich noch auf eine andere Weise das Abnehmen derselben beim Verbandwechsel vermeiden, nämlich durch bogenförmiges Ausbiegen der Schienen, so dass die Wunde und ihre Umgebung ringsum frei bleibt. Die

Fig. 184.



Gyps-Hanfschiene für complicirte Fracturen des Kniegelenkes, welche die Wunde und Umgebung für den antiseptischen Verband frei lässt. Nach Beely[1]).

Fig. 185.



Dieselbe Schiene angelegt und suspendirt.

---

[1]) Beely, Zur Behandlung einfacher Fracturen der Extremitäten mit Gyps-Hanfschienen. Königsberg 1878. Taf. XI und XII.

Schiene wird dann durch einen Streifen Bandeisen verstärkt, der in derselben Form zurechtgebogen und zwischen die Schichten der Gypsschiene eingeschlossen wird. Sie entspricht somit der früher besonders in England vielfach angewendeten Klammer- oder unterbrochenen Schiene (bracket-splint, interrupted splint). Die vorstehenden Abbildungen (Fig. 184 und 185) geben ein Beispiel dieser Art von Gypsschienen, wie sie bei complicirten Fracturen des Kniegelenkes anzuwenden sind.

Nächst den plastischen Schienen verdienen die geformten rinnenförmigen Schienen aus Holz, Blech und Draht eine ausgedehnte Verwendung. Gegenüber jenen ersteren bieten sie nur den Uebelstand, dass für die einzelnen Extremitätenabschnitte sowie für die verschiedenen Alters- und Grössenverhältnisse eine grössere Auswahl von Exemplaren vorräthig gehalten werden muss. Damit sie recht fest liegen und sich genau dem Gliede anschmiegen, müssen sie flach und schmal sein, so dass sie nur einen kleinen Theil des Umfanges des Gliedes umfassen. Sie werden stets über den antiseptischen Verband angelegt und daher jedesmal beim Wechsel des letztern abgenommen. Für die Brüche in der Nähe des Rumpfes, also für solche am oberen Ende des Oberarmes und Oberschenkels sind sie nicht zu gebrauchen.

Was die Auswahl einer geeigneten Schiene für die Brüche der einzelnen Extremitätenabschnitte betrifft, so genügt an der obern Extremität für die Brüche des Vorderarmes und des untern Endes des Oberarmes eine stumpfwinkelig gebogene, flach ausgehöhlte Armschiene, welche von der Achselhöhle bis zu den Fingerspitzen reicht (s. o. Fig. 153). Sehr zweckmässig ist auch die Volkmann'sche Suspensionsschiene behufs der Suspension des Armes (s. o. Fig. 154) sowie dessen Supinationsschiene (s. o. Fig. 152), auf welcher der Vorderarm nicht wie bei den gewöhnlichen Armschienen in voller Pronation, sondern in der Mittelstellung zwischen Pro- und Supination gelagert wird.

Für die Brüche der untern Extremität, und zwar des Unterschenkels und des untern Drittheils des Oberschenkels eignet sich am besten die Volkmann'sche Blechschiene mit Fersenausschnitt und Fussstütze (s. o. Fig. 159). Sie hat mit vollem Rechte bereits eine ausserordentliche Verbreitung gefunden; denn sie ist einfach und billig herzustellen, liegt sehr fest und sicher an und hat den Vortheil, dass das Aufliegen der Ferse auf der Unterlage verhindert wird, und dass vermöge der Fussstütze die Lage der Extremität im Bette gesichert und das Fussende etwas erhöht ist. Für die Fracturen der beiden oberen Drittheile des Oberschenkels ist die vordere Drahtschiene zur Suspension von Smith geeignet (s. o. Fig. 164 und 165).

§. 260. An die Schienenverbände reiht sich ferner die Gewichtsextension mittelst der Heftpflaster-Ansa, die wir früher ausführlich beschrieben haben. Sie eignet sich bei den Brüchen des Oberschenkels und Hüftgelenkes sowie bei manchen Brüchen der obern Hälfte des Unterschenkels mit starker Verkürzung, und ist in diesen Fällen, abgesehen von den schon für die subkutanen Fracturen geltend gemachten Vortheilen, schon desshalb oft unübertrefflich, weil sie die gleichzeitige

Durchführung der antiseptischen Behandlung am allermeisten erleichtert.

Daneben werden in der Regel noch Schienen applicirt, und zwar entweder mehrere seitliche nach Art der Bell'schen Hohlschienen, oder eine hintere Blechschiene zur Lagerung (eventuell auch die Hodgen'sche Extensionswiege, eine hölzerne Beinlade mit Fussbrett, zwischen deren Seitenstangen Bindenstreifen ausgespannt werden, auf denen das Bein ruht), oder am besten eine vordere Gyps- oder Drahtschiene zur Suspension.

§. 261. Die bisher angeführten Verbände bieten sämmtlich den grossen Vortheil, dass sie mit einfachen Mitteln eine möglichst vielfältige Verwendung bei den verschiedensten Brüchen gestatten. Sie sind daher geeignet, in der Hospital- wie in der Privatpraxis und im Frieden wie im Felde eine gleich allgemeine Verwendung zu finden. Den Gegensatz hiezu bildet eine grosse Reihe mehr oder minder zusammengesetzter Lagerungsapparate, welche fast ausschliesslich zur Lagerung der untern Extremität, namentlich bei complicirten Unterschenkelfracturen bestimmt sind und eigentlich nur in Hospitälern vorräthig gehalten werden können. Hieher gehört die Petit'sche Beinlade, die verschiedenen Arten von Schweben, der Dumreicher'sche Eisenbahnapparat, die Lagerungsapparate von V. Bruns, Heine, Mac Intyre, die Spreizlade von Renz u. s. w. Sie haben heutzutage alle an praktischem Werthe entschieden verloren, so dass wir verzichten, hier nochmals auf dieselben näher einzugehen. Denn während sie bei den früheren Methoden der Wundbehandlung, namentlich bei der offenen, in vortheilhafter Weise gestatteten, die Wunde ohne Lageveränderung des Gliedes zu besorgen, so lässt sich dagegen der weitreichende cirkuläre antiseptische Verband nicht anlegen und wechseln, ohne dass das Glied jedesmal aus dem Apparate herausgenommen wird. Und damit fällt der Hauptvortheil dieser Apparate vor der viel einfacheren Schienenbehandlung hinweg.

§. 262. Schliesslich bleibt noch der cirkuläre gefensterte und unterbrochene Gypsverband zu besprechen. Wir haben bereits Eingangs unseren Standpunkt in dieser Frage begründet und nachzuweisen versucht, dass jene Form des Gypsverbandes bei frischen complicirten Fracturen in der Regel mit dem strengen antiseptischen Verbande nicht vereinbar und überdiess entbehrlich ist. Dagegen soll jedoch der gefensterte Gypsverband eine regelmässige Anwendung im weiteren Verlaufe der Behandlung finden, sobald die Heilung der Wunde so weit vorgeschritten ist, dass keine entzündliche Reaktion und Sepsis mehr zu befürchten ist. Dieser Zeitpunkt tritt natürlich je nach dem Heilungsverlaufe bald früher, bald später ein, zuweilen schon in der 2. und 3. Woche, zuweilen erst nach mehreren Wochen. Derselbe ist dann gekommen, wenn die Sekretion versiegt oder sehr gering geworden ist, wenn die Wunde mit Granulationen ausgekleidet und die Incisionen verheilt oder in oberflächliche granulirende Defekte umgewandelt sind. Um diese Zeit ist aber gewöhnlich die Bildung des Callus noch keineswegs vollendet, zumal sie überhaupt bei anti-

septischer Behandlung in Folge der geringeren Reaktion weniger reichlich zu sein pflegt, als bei den anderen Behandlungsmethoden. Desshalb ist es jetzt für das Zustandekommen der Consolidation von grösster Wichtigkeit, die Bruchstelle wo möglich absolut zu immobilisiren und auch die Bewegungen beim Verbandwechsel auszuschliessen, — und das lässt sich mit keinem andern Verbande sicherer als mit dem cirkulären Gypsverbande erreichen.

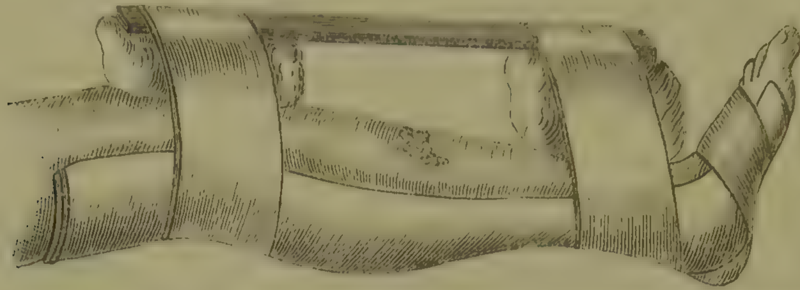
Die Technik des Gypsverbandes in diesen Fällen verlangt recht grosse Sorgfalt und Uebung, um die antiseptische Behandlung fortsetzen zu können. Ist die Wunde klein, so genügt der gefensterte Gypsverband, ist sie ausgedehnt oder sind mehrere vorhanden, so muss der unterbrochene Gypsverband angelegt werden.

Der gefensterte Gypsverband wird so angelegt, dass man zunächst die Wunde und ihre nächste Umgebung 2—3 Querfinger weit mit einem dicken Ballen antiseptischer Gaze oder Watte provisorisch bedeckt, der nachher im Gypsverbande einen Buckel oder Wulst bildet und die Stelle des anzulegenden Fensters markirt, auf die man dreist einschneiden kann. Als Unterlage für den Gypsverband wird nun das ganze Glied entweder mit antiseptischer Watte dick umhüllt oder mit einer Flanellbinde, welche mehrere Monate lang in Carbolöl (1 : 10) gelegen hatte, eingewickelt (Bardeleben). Darüber legt man entweder in gewöhnlicher Weise einen geschlossenen Gypsverband mit Gypsbinden an oder verstärkt denselben durch eine Eisenblechschiene nach dem Verfahren von Bardeleben in folgender Weise. Ueber die Carbolölbinde legt man eine nicht gegypste Gazebinde in der Art an, dass möglichst viele Taschen zwischen der geölten Flanellbinde und der Gazebinde zu liegen kommen. Darüber wird eine kleine Quantität Gypsbrei gegossen, welcher seinen Halt in jenen Taschen erhält. Nun wird an der der Wunde gegenüberliegenden Seite des Gliedes (womöglich an der Aussenseite) eine schmale Longuette aus zusammengelegter weicher Gaze angelegt, nachdem sie unmittelbar vorher in Gypsbrei getaucht war. Sie dient als Unterlage für eine Schiene aus Eisenblech von 2—3 cm Breite und 0,2 cm Dicke, welche genau nach der Form der Extremität gebogen ist und bei Brüchen des Unterschenkels nach abwärts bis zu den Zehen, bei Brüchen des Oberschenkels über die Leistengegend hinweg bis zum Darmbeinstachel in die Höhe reicht. Die Schiene wird mit nicht gegypsten Gazebinden befestigt, während dünner Gypsbrei aufgegossen wird, bis der Verband hinreichende Festigkeit erlangt hat.

Nun folgt, sobald der Gyps trocken ist, das Ausschneiden des Fensters mittelst eines Gypsmessers mit kurzer starker Klinge. Das Fenster wird so weit ausgeschnitten, dass seine Ränder mindestens 2—3 Querfinger von den Wundrändern abstehen. Dann wird der provisorische antiseptische Verband durch das Fenster entfernt und der Rand desselben ringsum mit Carbolkitt (aus 10procent. Carbolöl und gewöhnlicher Schlemmkreide) verschmiert, so dass kein Wundsekret unter den Verband und zwischen die Schichten desselben eindringen kann. Schliesslich wird der ganze Raum innerhalb des Fensters mit Carbol-Krüllgaze ausgefüllt und darüber die Carbolgazeplatte sammt einem impermeabeln Stoffe gedeckt, welche das Fenster ringsum mindestens handbreit überragt und mit einer Gazebinde befestigt wird.

Zur grösseren Bequemlichkeit des Kranken kann die eingegypste Extremität suspendirt werden.

Fig. 186.

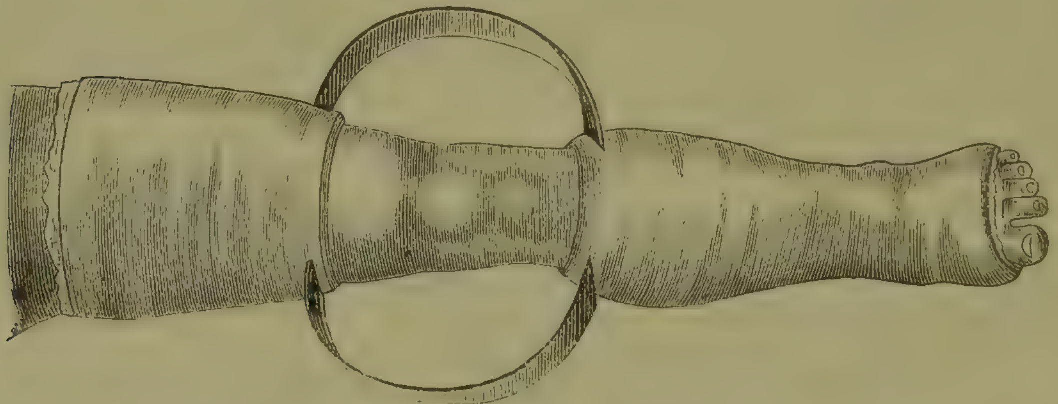


Latten-Gypsverband nach Pirogoff für complicirte Fracturen des Unterschenkels.

Soll das Fenster eine solche Ausdehnung erhalten, dass hiedurch die Haltbarkeit des Gypsverbandes Noth leidet, so kann man sich in der Weise helfen, dass man über dem Fenster in der Längsrichtung des Gliedes eine hölzerne Latte befestigt. Hiezu legt man am oberen und unteren Rande des Fensters dicke, mit Gypsbrei getränkte Bäusche von Werg oder Jute auf, drückt die Enden der Latte in dieselben ein und befestigt sie mit cirkulären Gypsbindentouren.

Dieser Verband entspricht dem Latten-Gypsverband nach Pirogoff (Fig. 186), der leicht in folgender Weise improvisirt werden kann. Eine starke Gypsschiene oder ein Gypskataplasma, zu dem man im Nothfalle in Gypsbrei getauchte grobe Sackleinewand benützen kann, wird auf der der Wunde gegenüber liegenden Seite des Gliedes angebracht. Dann werden zwei grosse, mit Gypsbrei

Fig. 187.



Unterbrochener (Brücken-)Gypsverband mit Bügel von Bandeisen. Nach Esmarch[1]).

getränkte Ballen von Werg ober- und unterhalb der Wunde auf das Glied gelegt und darüber eine Holzlatte mit breiten Streifen von Gypsleinewand befestigt.

Der unterbrochene Gypsverband passt für Fälle mit ausgedehnten Weichtheilverletzungen oder mit multiplen Incisionen und

1) Handbuch der kriegschirurg. Technik. Hannover 1877. Fig. 193.

Gegenincisionen, bei welchen eine Strecke des Gliedes ringsum frei bleiben soll. Er besteht daher aus zwei vollkommen von einander getrennten Abtheilungen, welche durch mehrere schmale Schienen so mit einander verbunden sind, dass letztere mit ihren Enden beiderseits in die Gypsmasse eingeschlossen sind und den Zwischenraum zwischen den beiden Abtheilungen überbrücken. Als Schienen verwendet man hiezu entweder 2—3 Stücke Telegraphendraht oder zwei Streifen von Bandeisen, welche über dem Zwischenraume in Form eines Kreisbogensegmentes abgebogen sind; die Bügel von Bandeisen sind entschieden vorzuziehen, da die runden Drähte in der Gypsmasse bald locker und beweglich werden.

Dieser Brücken-Gypsverband wird so angelegt, dass man zuerst in gewöhnlicher Weise die obere und untere Partie des Gliedes, soweit sie eingeschlossen werden soll, jede für sich mit einer Unterlagsbinde und darauf mit einer einfachen Schichte Gypsbinden umgibt. Dann werden die beiden Bügel von Bandeisen, welche annähernd die Länge des ganzen Verbandes haben, an den entsprechenden Stellen, meist an der inneren und äusseren Seite des Gliedes angelegt und durch weitere Gypsbindentouren befestigt, bis der Verband hinreichende Haltbarkeit erlangt hat. Die Ränder des Verbandes, welche gegen den freien Zwischenraum gekehrt sind, können mit Carbolkitt verschmiert werden, um das Eindringen von Flüssigkeiten und Sekreten zu verhindern. Zum Schlusse wird der antiseptische Verband in der gewöhnlichen Weise cirkulär umgelegt, wobei nur dafür zu sorgen ist, dass die Ränder gehörig mit Gaze- und Wattebäuschen verwahrt werden (Fig. 187).

Denselben Zweck erfüllt endlich auch der Gypsgitterverband von Szymanowski, der leichter improvisirt werden kann. Er wird von Szymanowski folgendermassen beschrieben: „Bei complicirten Fracturen, wo bedeutende Hautzerstörungen vorhanden, lege ich zuerst nur an die gesunden Hautpartieen dicke einzelstehende Gypsringe an und auf diese dann schmale Holzschienen, die weit abstehend ebenfalls durch Gypsstreifen auf jenen zuerst angelegten Ringen befestigt werden und den Fracturenden absolute Ruhe schaffen. Die untergelegten Gypsringe dienen ähnlich den von Pirogoff untergelegten Spreukissen, nur dass sie sicherer die Schienen tragen, ohne bei zweckmässiger Construktion dem Patienten Druck zu verursachen. Die schmalen abstehenden Holzschienen gestatten es, den Wundverband auf das Sorgfältigste auszuführen und täglich neue Compressen unterzuziehen."

Mag nun der gefensterte oder unterbrochene Gypsverband in dieser oder jener Form angewandt werden, so bleibt derselbe liegen, bis sich die Wunde überhäutet und geschlossen hat. Da dieser Zeitpunkt bei der antiseptischen Behandlung oft lange vor der Consolidation eintritt, so wird sofort nach der Heilung der Wunde der gefensterte Gypsverband mit einem einfachen geschlossenen Gypsverbande vertauscht, der bis zur völligen Consolidation der Bruchstelle liegen bleibt.

4) Die Resultate der antiseptischen Behandlung. Statistik.

§. 268. Nachdem im vorstehenden Abschnitte einzig und allein die antiseptische Wundbehandlung als das beste Verfahren bei complicirten Fracturen empfohlen worden ist, erwächst nun die Aufgabe, den Nachweis ihrer unbedingten Superiorität zu liefern, indem die bisher mit der Antiseptik gewonnenen Resultate festgestellt und mit denjenigen verglichen werden, welche bei der Anwendung der anderen Behandlungsmethoden erzielt worden sind. Ein solcher Nachweis ist ja nicht nur für unsere specielle Frage, sondern überhaupt für die ganze Frage der Wundbehandlung von entscheidender Bedeutung, da man mit vollem Rechte gewohnt ist, gerade die complicirten Fracturen als Prüfstein für die Wirksamkeit dieser oder jener Methode der Wundbehandlung zu betrachten.

Bezüglich der Resultate der Antiseptik bei diesen Verletzungen liegt bisher noch kein in grösserem Maassstabe angelegter statistischer Versuch vor, da eben die Zeit seit der Einführung derselben erst eine relativ kurze und überdiess das Vorkommen von complicirten Fracturen in vielen Hospitälern immerhin ein ziemlich seltenes ist. Wenn daher bereits im Jahre 1876 von Güterbock ein solcher Versuch unternommen worden ist, so war derselbe eben verfrüht und wegen der Kleinheit der Zahlen — er vergleicht 15 antiseptisch und 31 nach anderen Methoden behandelte Fälle! — ohne Beweiskraft. Ganz unverständlich aber ist es, wenn in dieser statistischen Arbeit aus der Thatsache, dass von den antiseptisch behandelten Fällen 2 an Gangrän, jedoch keiner an Pyämie, dagegen von den nicht antiseptisch behandelten 8, darunter 5 an Pyämie und 1 an Erysipel gestorben sind, durch willkürliche Interpretation der Schluss gezogen wird, dass die Antiseptik keine besseren Leistungen als andere Methoden aufzuweisen habe. Ist doch das Endresultat der ganzen statistischen Untersuchung von Güterbock, dass nämlich überhaupt „keine der modernen Verbandweisen (Antiseptik, offene Wundbehandlung, Watteverband) vor dem bisherigen, theilweise seit 100 Jahren sanktionirten Behandlungsplane durchaus als vorzüglichere und bessere zu erachten sei", schon jetzt Angesichts des Triumphzuges der Lister'schen Methode durch die Hospitäler der ganzen civilisirten Welt glänzend widerlegt!

Allein auch heute noch erhebt sich die Frage, ob der Zeitpunkt zu einer statistischen Untersuchung unseres Gegenstandes schon gekommen ist. Die Bedenken, welche ich in dieser Beziehung vor der Anstellung dieser Untersuchung hatte, wurden nur durch das steigende Interesse an den sich ergebenden Resultaten verdrängt. Wenn daher im Nachstehenden diese Resultate mitgetheilt werden sollen, so geschieht es mit der ausdrücklichen Reserve, dass sie nur vorläufige, aber in keiner Weise abschliessende sein können.

Die Gründe hiefür sind mancherlei Art. Zunächst stammt das Material zum Theil aus einer Zeit, in welcher sich die Antiseptik erst im Stadium der Versuche und der Ausbildung ihrer Technik befand, und es sind daher einzelne Misserfolge eingerechnet, welche ausdrücklich auf Rechnung eines versuchsweise angewandten und seither wieder als unzuverlässig bei Seite gesetzten Verfahrens geschrieben werden. So wurde beispielsweise in einem Falle der Bardeleben-

schen Klinik, in welchem eine complicirte Fractur der Patella einen lethalen Ausgang durch Pyämie nahm, die Schuld auf den ausnahmsweise verwendeten Verband mit 4procentiger Salicyljute geschoben, der ja überhaupt seither wegen seiner ungenügenden antiseptischen Wirksamkeit wieder verlassen ist. Es müssen sich also die Ergebnisse einer späteren Statistik, entsprechend der technischen Vervollkommnung der Antiseptik, entschieden noch günstiger gestalten.

Ausserdem ist auch unser statistisches Material, wenigstens in Bezug auf die Brüche mancher Knochen, noch lange nicht gross genug zu definitiven Schlüssen. Denn die Gesammtzahl der antiseptisch behandelten Fälle, welche in den nachstehenden Tabellen gesammelt sind, beträgt 254, und unter diesen sind allerdings die Fracturen des Unterschenkels mit 145 Fällen recht gut vertreten, dagegen die Fracturen des Oberschenkels nur mit 15, die des Oberarmes mit 24, des Vorderarmes mit 51 Fällen.

Die Kleinheit dieser Zahlen hängt übrigens zum grossen Theile von der strengen Sichtung des statistischen Materiales ab. Denn es sind nicht nur alle Einzelbeobachtungen und kleineren Beobachtungsreihen ausgeschlossen worden, welche vielfach nur wegen ihres glänzenden Erfolges bekannt gegeben werden, sondern auch solche grössere Beobachtungsreihen, in denen die antiseptische Behandlung in schwankender und wechselvoller Weise bald mit dieser, bald mit jener Modifikation durchgeführt worden ist.

An Stelle solcher von allen Orten zusammengetragenen Zahlenreihen zog ich es vor, ein kleineres, aber zuverlässiges und möglichst gleichartiges Material zu sammeln, das jedenfalls sicherere Schlüsse ziehen lässt. Es sind daher nur diejenigen Berichte deutscher Kliniken und Hospitäler benützt worden, welche eine genauere Beschreibung sämmtlicher, während eines längeren Zeitraumes behandelten Fälle enthalten, vorausgesetzt, dass daselbst die antiseptische Behandlung, und zwar die Carbol-Antisepsis consequent durchgeführt worden ist.

Diesen Anforderungen genügen leider nur wenige Berichte mit grösserem Beobachtungsmateriale, und es konnte daher in die nachstehenden Tabellen nur die folgende Casuistik aufgenommen werden, nämlich

75	Fälle	von	Volkmann [1]	aus	einem	Zeitraume	von 4½	Jahren (1873—77)
60	„	„	Bardeleben [2]	„	„	„	„ 4	„ (1875—78)
53	„	„	Socin [3]	„	„	„	„ 7	„ (1873—79)
38	„	„	Wilms [4]	„	„	„	„ 2	„ (1877—78)
28	„	„	Schede [5]	„	„	„	„ 2	„ (1875—77).

Unter diesen sind die Fälle von Volkmann, Socin und Schede mit dem typischen Listerverbande, die von Bardeleben und Wilms mit dem nassen und trockenen Carboljuteverbande behandelt worden.

Bezüglich der leitenden Grundsätze bei der nachfolgenden statistischen Zusammenstellung verdient hervorgehoben zu werden, dass die neuerdings von Volkmann aufgestellten Principien befolgt worden sind, zum Theil schon aus dem Grunde, weil dieselben bereits in einigen der oben genannten klinischen Berichte zu Grunde gelegt sind.

Der erste Punkt betrifft die Ausschliessung der Primär-Amputirten. Es ist gewiss nicht zu bestreiten, dass die der primären Amputation unterzogenen Fälle kaum mehr die Bezeichnung Knochenbrüche verdienen, da bei ihnen die Verletzung des Knochens gegenüber der der Weichtheile ganz in den Hintergrund tritt, und letztere allein es ist, welche über die primäre Amputation entscheidet. Durch die sofortige Absetzung des Gliedes wird ja auch der

---

[1]) Volkmann, Die Behandlung der complicirten Fracturen. Sammlung klinischer Vorträge Nr. 117—118. Leipzig 1877.

[2]) Charité-Annalen. II.—V. Jahrgang. Berlin 1877—80.

[3]) Jahresberichte über die chirurg. Abtheilung des Spitals zu Basel 1873 bis 1879.

[4]) Arch. für klin. Chir. Bd. 25. 1880. S. 343, 519.

[5]) Centralblatt für Chirurgie. 1877, S. 745.

Knochenbruch von Anfang an eliminirt und als solcher gar nicht behandelt, so dass der weitere Verlauf dieser Fälle über die Leistungsfähigkeit der Fracturbehandlung Nichts aussagt.

Auf der andern Seite würde ich aber doch die Aufnahme der Primär-Amputirten in eine besondere Rubrik desshalb für wünschenswerth halten, um ein Gesammtbild der Leistungsfähigkeit der Behandlung aller, auch der schwersten Grade unserer Verletzung zu erhalten. Die verschiedenen Grade derselben gehen ja ganz unmerklich in einander über, und daher ist auch die Entscheidung oft äusserst schwierig, ob in dem einzelnen Falle sofort amputirt oder der Versuch der conservativen Behandlung gemacht werden soll. Der einzelne Chirurg trifft diese Entscheidung nach subjektivem Ermessen und wird hiebei im Zweifelsfalle wesentlich durch seine Erfahrungen über die Leistungsfähigkeit der conservativen Behandlung bestimmt. So ist es ja unbestritten, dass jetzt mit Hülfe der Antiseptik die conservative Behandlung auch auf solche schwere Fälle ausgedehnt wird, in denen jeder Chirurg bei anderer Behandlungsmethode die Amputation als unumgänglich ausführen würde. Daraus ergibt sich aber ein ungleichartiges statistisches Material, welches keine unmittelbare Vergleichung der Resultate der Antiseptik mit denen anderer Methoden zulässt; denn je weniger primär amputirt wird, um so ungünstigere Fälle bleiben für die conservative Behandlung zurück. Durch die Aufnahme der Primär-Amputirten in eine besondere Rubrik liesse sich also einigermassen eine Vorstellung über die Ausdehnung der conservativen Behandlung gewinnen und zugleich dem Einwande begegnen, als ob in dieser oder jener Statistik die günstigen Erfolge der Fracturbehandlung aus einer relativ häufigeren Vornahme der primären Amputation zu erklären seien.

Der zweite Punkt betrifft die Aufnahme der Intermediär- und Sekundär-Amputirten in die Statistik. Dass dieselbe unerlässlich ist, wenn die Statistik überhaupt für unsere Frage von Werth sein soll, unterliegt keinem Zweifel. Denn die Amputation in diesen späteren Stadien wird dann ausgeführt, wenn die zuerst eingeleitete conservative Behandlung missglückt und durch hinzugetretene Wundkrankheiten das Leben bedroht ist. Wollte man alle diese Fälle ausschliessen, so würde geradezu die Mehrzahl der Misserfolge eliminirt.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass sowohl die primären als die intermediären und sekundären Resektionen in die Tabelle aufgenommen sind. Hinsichtlich der letzteren sind dieselben Gründe massgebend, wie für die Aufnahme der Amputationen in denselben Stadien. Die Primär-Resecirten lassen sich schon desshalb nicht wohl aussondern, weil von den partiellen und atypischen Resektionen alle Uebergänge bis zu den typischen Total-Resektionen vorkommen, so dass man kaum zu unterscheiden vermag, welche Operationen als eigentliche Gelenkresektionen zu bezeichnen sind.

Nach diesen Grundsätzen sind die nachfolgenden Tabellen entworfen. Zum Zwecke besserer Uebersichtlichkeit ist der Versuch gemacht, die Fälle in zahlreiche, möglichst gleichartige Gruppen zu ordnen. Es sind daher namentlich die Diaphysen- und Gelenkfracturen unterschieden, ferner die Fälle, welche vor und nach Ablauf der ersten 24 Stunden in antiseptische Behandlung getreten sind, und ebenso diejenigen, welche conservativ durchbehandelt oder nachträglich amputirt und resecirt worden sind u. s. w.

Die Unterscheidung der Brüche mit direkter, indirekter oder unbestimmter Entstehungsweise dient vorzugsweise dem Zwecke, die Anzahl der Beobachtungen so zu zerlegen, dass die einzelnen Fälle unbeschadet der Uebersichtlichkeit mit Bemerkungen versehen werden konnten; dagegen mag die Rubricirung der einzelnen Fälle selbst in die angegebenen drei Kategoricen vielleicht nicht immer die richtige sein, da bekanntlich eine und dieselbe Gelegenheitsursache sowohl direkte als indirekte Fracturen an demselben Knochen erzeugen kann.

Die in der Rubrik „Summa“ in Klammern beigesetzten Zahlen bedeuten diejenigen Fälle, deren Verlauf ausdrücklich als aseptisch und fieberlos bezeichnet ist und bei denen keine nachträgliche Knochennecrose eingetreten ist.

Uebersicht über die Resultate der antiseptischen Behandlung von 254 offenen Brüchen der Extremitätenknochen.

A. Offene Brüche der obern Extremität.

I. Offene Brüche der Diaphyse des Oberarmes (13 Fälle).

1) Fälle ohne andere schwere Verletzungen.

a) Innerhalb der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Bardeleben	direkt	1 (1)	—	Maschinenverletzung. Fieberlose Heilung unter 3 Verbänden in 5 Wochen.
	unbestimmt	1	—	Geheilt nach 5 Wochen.
Schede	indirekt	2 (2)	—	Consolidation nach 4 und 5 Wochen.
Socin	direkt	2	1*	*Splitterbruch des oberen Endes durch Ueberfahren. Jauchige Phlegmone. Tod am 11. Tage an Septicämie.
Volkmann	direkt	2 (2)	—	In beiden Fällen Schussfractur mit Splitterung. Geheilt nach 4 und 5 Wochen.
	indirekt	1 (1)	—	Splitterbruch. Primäre Splitterextraktion. Geheilt mit Pseudarthrose.
Wilms	indirekt	1 (1)	—	Heilung unter dem Blutschorfe.
	unbestimmt	1	—	

b) Nach Ablauf von 24 Stunden in Behandlung getreten.

Bardeleben	unbestimmt	1	1	Aufgenommen mit septischer Infection. Amputation des Oberarmes nach 6 Tagen. Tod nach 24 Stunden an Septicämie.

2) Fälle complicirt mit anderen schweren Verletzungen.

Volkmann	indirekt	1	—	Complikation mit offenem Bruch des Vorderarmes derselben Seite.
	Gesammtzahl	13 (7)	2	(Todesursache 2mal Septicämie.)

II. Offene Brüche der Diaphyse der Vorderarmknochen (41 Fälle).

1) Fälle ohne andere schwere Verletzungen.

a) Innerhalb der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Bardeleben	direkt	3	—	1mal primäre Resektion der Bruchenden. 2mal Heilung in 6 Wochen.
	indirekt	3 (3)	—	Sämmtlich ohne Eiterung und Fieber geheilt.
	unbestimmt	1	—	Asepsis. Mehrere kleine Sequester.
Schede	direkt	1 (1)	—	Consolidation nach 3 Wochen.
Socin	direkt	1	—	Primäre Resektion eines Bruchendes. Heilung nach 7 Wochen.
	indirekt	2 (2)	—	1mal primäre Resektion eines Bruchendes.
	unbestimmt	1	—	
Volkmann	direkt	6 (5)	—	3mal Heilung ohne Eiterung. 1mal Ausgang in Pseudarthrose.
	indirekt	3 (3)	—	Heilung nach 4—6 Wochen.
Wilms	direkt	2 (2)	—	1mal primäre Extraktion von 6 Splittern des Radius mit Ausgang in Pseudarthrose.
	indirekt	3 (3)	—	Sämmtlich unter dem Blutschorfe geheilt.
	unbestimmt	3	—	
b) Nach Ablauf von 24 Stunden in Behandlung getreten.				
Socin	indirekt	1	—	Heilung mit Fieber und Abscedirung.
Wilms	direkt	1	—	Aufgenommen mit Verjauchung der Bruchstelle. Permanente antiseptische Irrigation.
	indirekt	1 (1)	—	Reaktionslose Heilung.
2) Fälle complicirt mit anderen schweren Verletzungen.				
Bardeleben	direkt	1	—	Complikation mit Zermalmung des Fusses (primäre Amputation des Unterschenkels).
	unbestimmt	1	—	Complikation mit Schenkelhalsbruch und Gehirnerschütterung.
Schede	direkt	1 (1)	—	Splitterbruch durch Kreissäge mit Durchschneidung der Art. und des Nerv. ulnaris. Ligatur der Arterie. Geheilt mit intakter Funktion der Muskeln und Nerven.
	unbestimmt	2	—	1mal Complikation mit subkutaner Fractur des Femur und der Patella. 1mal Complikation mit offener Luxation des Capitul. radii. (Resektion des Capitul. radii.)
Volkmann	direkt	2 (1)	—	An demselben Individuum complicirte Fractur beider Vorderarme. Rechts reaktionslose Heilung. Links Complikation mit Zermalmung mehrerer Finger, Splitterbruch des Oberarmes, Verbrennung; intermediäre Amputation des Oberarmes wegen Gangrän. Heilung.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Volkmann	indirekt	2 (1)	—	1 mal Complikation mit offenem Bruch des Oberarmes. 1 mal Complikation mit Ausreissung des Daumens, subkutanem Bruch des Humerus und Femur, Kopfwunde; Heilung per primam mit Ausgang in Pseudarthrose.
	Gesammtzahl	41 (32)	—	

III. Offene Brüche im Schultergelenk (1 Fall).

Volkmann	direkt	1	—	Splitterbruch des oberen Endes des Oberarmes durch Maschine. Primäre Resektion des Humeruskopfes. Glatte Heilung. Funktionelles Endresultat unbekannt.

IV. Offene Brüche im Ellbogengelenk (19 Fälle).

a) Innerhalb der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten.

1) Conservativ durchbehandelt.

Bardeleben	Condyl. ext. hum.	1 (1)	—	Heilung mit freier Beweglichkeit des Gelenkes.
	Condyl. int. hum.	1 (1)	—	Aseptischer Verlauf.
	Olekranon	2 (2)	—	Fieberlose Heilung mit freier Beweglichkeit.
Socin	Condyl. int. hum.	1 (1)	—	Fieberlose Heilung mit freier Beweglichkeit (trotz ausgedehnter Zermalmung).
	Olekranon	3 (2)	—	2 mal Heilung mit völlig freier Beweglichkeit, 1 mal mit Ankylose.
Volkmann	Condyl. hum.	1 (1)	—	Heilung mit freier Beweglichkeit.
	Olekranon	1 (1)	—	Heilung mit freier Beweglichkeit.
Wilms	Condyl. hum.	1 (1)	—	Schwerer Splitterbruch durch Maschine. Primäre Splitterextraktion. Heilung mit völlig freier Beweglichkeit.
	Olekranon	1 (1)	—	Heilung unter dem Blutschorf mit guter Beweglichkeit.
	Ulna und Radius	1 (1)	—	Heilung mit verminderter Beweglichkeit.

2) Mit primärer Resektion behandelt.

Socin	Condyl. hum.	1	1	Tod nach 2 Tagen an innerer Verblutung durch Leberruptur.
	Condyl. ext. hum.	1	—	Maschinenverletzung. Primäre Total-Resektion. Gutes funktionelles Resultat.
Volkmann	Condyl. hum.	1 (1)	—	Splitterbruch beider Condylen. Heilung nach 14 Tagen mit sehr guter Beweglichkeit.

b) Nach Ablauf von 24 Stunden in Behandlung getreten.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Volkmann	Condyl. int. hum.	1	—	Aufgenommen nach 4 Tagen mit vereitertem Gelenk. Am 7. Tage Total-Resektion. Vorzügliches funktionelles Resultat.
	Ulna	1 (1)	—	Intermediäre Total-Resektion nach 48 Stunden. Heilung per primam in 4 Wochen mit sehr guter Beweglichkeit.
	Olekranon	1 (1)	—	Aufgenommen nach 7 Tagen mit vereitertem Gelenk und Eitersenkung. Total-Resektion. Heilung per primam in 4 Wochen mit vorzüglicher Beweglichkeit.
	Gesammtzahl	19 (15)	1	(Todesursache innere Verblutung.)

V. Offene Brüche im Handgelenk (10 Fälle).

a) Innerhalb der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten.

1) Conservativ durchbehandelt.

Volkmann	Radius	1 (1)	—	Complikation mit multipl. Rippenbrüchen und Bruch des horizontalen Schambeinastes. Heilung mit vollständig gebrauchsfähiger Hand.
	Ulna und Radius	1 (1)	—	Complikation mit subkutanem Bruch des Femur, grosser Wunde am Ellbogen, Contusion des Thorax. Heilung mit frei beweglichem Gelenk.
Wilms	Ulna	1 (1)	—	Schussfractur. Kugel reaktionslos eingeheilt. Gelenk gut beweglich.

2) Mit primärer Resektion behandelt.

Bardeleben	Ulna	1 (1)	—	Bruch der Ulna und der ersten Reihe der Carpalknochen mit Luxation der Hand. Heilung ohne Fieber und Eiterung.

3) Mit intermediärer Resektion und Amputation behandelt.

Schede	Ulna und Radius	1	—	Wegen Gangrän der Hand Amputation des Vorderarmes nach 4 Tagen.
Volkmann	Radius	1	—	Wegen Eiterung im Gelenk und in der Bruchspalte Amputation des Vorderarmes nach 4 Wochen. Heilung.
Wilms	Radius und Ulna	1	—	Wegen Eiterung und Abscedirung Resektion des Handgelenkes nach 14 Tagen. Heilung mit beweglichem Gelenk.

b) Nach Ablauf von 24 Stunden in Behandlung getreten.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Schede	Radius	1	—	Aufgenommen nach 9 Tagen mit Jauchung der Bruchstelle, Vereiterung des Handgelenkes, Eitersenkung. Nach 12 Tagen Ligatur der Art. brachialis wegen Blutung aus der Art. cubit., Gangrän der Hand. Amputation des Oberarmes. Heilung.
	Ulna	1	1	Aufgenommen nach 9 Tagen mit Verjauchung des Handgelenkes und Trismus. Nach 8 Tagen Tetanus. Amputation des Vorderarmes. Tod am folgenden Tage an Tetanus.
Volkmann	Radius	1	—	Aufgenommen mit Jauche und Luft im Handgelenk. Amputation des Oberarmes am 3. Tage. Heilung per primam.
	Gesammtzahl	10	1	(Todesursache Tetanus.)

B. Offene Brüche der untern Extremität.

I. Offene Brüche der Diaphyse des Oberschenkels (14 Fälle).

a) Innerhalb der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten.

1) Conservativ durchbehandelt.

Bardeleben	direkt	2 (2)	—	Heilung ohne Fieber und Eiterung.
Schede	direkt	1 (1)	—	Consolidation nach 7½ Wochen.
	indirekt	1 (1)	—	Consolidation nach 4 Wochen.
Socin	direkt	3	—	2mal Consolidation verzögert (nach 3 und 4½ Monaten).
	indirekt	2 (1)	—	1mal glatte Heilung. 1mal Störung durch Trismus und Tetanus, Abscessbildung, Necrose der Bruchenden.
Wilms	direkt	2 (1)	—	
	indirekt	1	1	Splitterbruch mit starkem Hämarthros des Kniegelenkes. Primäre Splitterextraktion und Resektion eines Bruchendes. Vom 3. Tage an septische Erscheinungen. Tod am 10. Tage an Septicämie.

2) Mit intermediärer Exartikulation behandelt.

Bardeleben	direkt	1	—	Complikation mit Zermalmung der Weichtheile und Emphysem. Exartikulation des Oberschenkels wegen multipler Hautgangrän. Heilung.

b) Nach Ablauf von 24 Stunden in Behandlung getreten.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Volkmann	direkt	1	—	Aufgenommen nach 5 Tagen. Nach einigen Tagen Asepsis erzielt. Consolidation nach 6 Wochen.
	Gesammtzahl	14 (6)	1	(Todesursache Septicämie.)

II. Offene Brüche der Diaphysen der Unterschenkelknochen (121 Fälle).

a) Innerhalb der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten.

1) Conservativ durchbehandelt.

Bardeleben	direkt	14 (11)	2	Tod in beiden Fällen an Delirium tremens, 1mal am 4. Tage, das andere Mal nach 4 Wochen bei aseptisch geheilter Wunde. — Consolidation 2mal nach 6, 1mal nach 7, je 2mal nach 9 und 12 Wochen, 1mal verzögert (Anfrischung).
	indirekt	4 (3)	—	Consolidation 4mal nach 6½—8 Wochen.
	unbestimmt	4 (2)	2	Tod in beiden Fällen an Delirium tremens am 3. Tage.
Schede	direkt	4 (3)	—	Consolidation je 1mal nach 4 und 7, 2mal nach 8 Wochen.
	indirekt	3 (3)	—	Consolidation 1mal nach 12 Wochen.
	unbestimmt	2 (1)	—	Consolidation nach 5½ und 12 Wochen.
Socin	direkt	12 (6)	—	Consolidation 2mal nach 9, 1mal nach 10 Wochen, 1mal verzögert, 1mal Pseudarthrose.
	indirekt	7 (3)	—	Consolidation je 1mal nach 4 und 8 Wochen, 2mal 4—5 Monate verzögert.
	unbestimmt	3 (1)	—	Consolidation je 1mal nach 3 und 6 Wochen.
Volkmann	direkt	14 (8)	—	Consolidation je 1mal nach 4, 5, 8, 9 Wochen, 1mal 7 Monate verzögert.
	indirekt	10 (4)	—	Consolidation je 1mal nach 5, 7, 8, 9, 10, 12 Wochen.
	unbestimmt	4 (1)	—	Consolidation 2mal 7 und 10 Monate verzögert.
Wilms	direkt	4 (1)	1	Tod an Delirium tremens am 5. Tage. Consolidation 1mal nach 6½ Wochen.
	indirekt	2 (2)	—	Consolidation 1mal nach 6 Wochen, 1mal verzögert.
	unbestimmt	5 (2)	—	Consolidation 1mal 5 Monate verzögert.

2) Mit intermediärer und sekundärer Amputation behandelt.

Bardeleben	direkt	2	1	1mal wegen ausgedehnter Hautgangrän Amputation des Oberschenkels am 7. Tage. Heilung. 1mal wegen akuten purulenten Oedemes Amputation des Oberschenkels am 8. Tage; Tod nach einigen Stunden an Pyämie.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Volkmann	direkt	1	—	Wegen Blutung Ligatur der Art. femoral., Gangrän des Beines. Amputation des Oberschenkels nach 4 Wochen. Heilung.
	indirekt	1	—	Wegen heftiger arterieller Blutung Amputation des Oberschenkels nach 3 Wochen; Heilung.
Wilms	—	1	—	Wegen ausgedehnter Hautgangrän Amputation des Oberschenkels nach 14 Tagen. Heilung.
Gesammtzahl (II a)		97 (51)	6	(Todesursache 5 mal Delirium tremens, 1 mal Pyämie.)

b) Nach Ablauf von 24 Stunden in Behandlung getreten.

1) Conservativ durchbehandelt.

Bardeleben	direkt	2 (2)	—	Aufgenommen nach 2 und 3 Tagen. Völlige Asepsis erzielt. Consolidation nach 7 und 11 Wochen.
	indirekt	2 (2)	—	Aufgenommen nach 2 und 4 Tagen. Völlige Asepsis. Consolidation nach 6 und 9 Wochen.
	unbestimmt	1	1	Tod an Delirium tremens nach 3 Wochen.
Schede	direkt	3	—	Aufgenommen am 2. und 4. Tage und 1 mal nach 6 Wochen mit Verjauchung und Eitersenkung. Consolidation nach 3 und 5 Monaten.
Socin	direkt	2	—	Aufgenommen nach 3 und 6 Tagen mit Verjauchung. Heilung mit Fieber und starker Eiterung.
	indirekt	1	—	Aufgenommen am 2. Tage. Primäre Resektion eines Bruchendes. Consolidation nach 10 Wochen.
	unbestimmt	1	—	Aufgenommen nach 4 Tagen mit Verjauchung. Heilung mit starker Eiterung.
Volkmann	direkt	3 (3)	—	Aufgenommen nach 30, 36 und 48 Stunden.
	unbestimmt	1	—	Aufgenommen nach 4 Tagen. Bald Asepsis. Consolidation nach 3 Wochen.
Wilms	indirekt	1	—	Aufgenommen nach 8 Tagen mit Verjauchung. Bald Asepsis.

2) Mit intermediärer und sekundärer Amputation behandelt.

Bardeleben	direkt	1	1	Aufgenommen nach 10 Tagen mit septischer Infektion und Verjauchung der Bruchstelle. Wegen heftiger Blutung Amputation des Oberschenkels nach 14 Tagen. Tod an Septicämie.
Schede	direkt	1	1	Aufgenommen nach 16 Tagen mit starker Eiterung und Eitersenkung. Später Erysipel, Hospitalbrand, Vereiterung von Knie- und Fussgelenk. Amputation des Oberschenkels nach 8 Wochen; Tod an Septicämie.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Volkmann	direkt	2	—	1mal Amputation des Oberschenkels wegen Eiterung und Fieber nach 3 Wochen, das andere Mal wegen Blutung aus der Art. tibial. ant. nach 10 Tagen.

c) Fälle mit anderen schweren Verletzungen complicirt.

Socin	direkt	1	1	Offener Bruch des linken Unterschenkels, Gelenkbruch des rechten Oberschenkels durch Eisenbahnunglück. Gangrän. Amputation beider Oberschenkel. Tod am 11. Tage an Septicämie.
	unbestimmt	1	—	Offene Brüche beider Unterschenkel an demselben Individuum. Geheilt nach 16 Wochen.
Gesammtzahl (II a—c)		121 (58)	10	(Todesursache 6mal Delirium tremens, 1mal Pyämie, 3mal Septicämie.)

III. Offene Brüche im Hüftgelenk (1 Fall).

Socin	direkt	1	—	Schussfractur des Schenkelhalses. Verlauf gestört durch mehrfache Abscedirung und chronischen Tetanus. Heilung mit Ankylose.

IV. Offene Brüche im Kniegelenk (10 Fälle).

Bardeleben	Condyl. fem.	1	1	Bei fieberlosem Verlaufe Tod an plötzlichem Collaps am 3. Tage (62jähr. Frau).
	Patella	2 (1)	1	1mal Heilung mit beweglichem Gelenk. 1mal Verjauchung des Gelenkes (Salicylverband); Amputation des Oberschenkels nach 10 Wochen, Tod an Pyämie.
Socin	Condyl. tib.	1	1	Tod an Tetanus am 10. Tage (Complikation mit grosser Risswunde am Fusse und Abreissung der Fersenkappe).
	Patella	1 (1)	—	Splitterbruch durch Sprengschuss (Complikation mit offener Fractur des Stirnbeins, Fractur beider Nasenbeine, Verbrennung des Gesichtes). Heilung per primam mit Beweglichkeit.
Volkmann	Condyl. tib.	1 (1)	—	Lochschuss mit penetrirender Fissur. Ausmeisselung der Kugel, Drainage des Gelenkes. Heilung mit ganz freier Beweglichkeit.
	Patella	3 (1)	—	1mal Heilung mit Ankylose, 2mal mit normaler Beweglichkeit.
Wilms	Condyl. fem.	1 (1)	—	T-Bruch der Condylen (Complikation mit Splitterbruch des anderen Unterschenkels). Heilung unter dem Blutschorf.
	Gesammtzahl	10 (5)	3	(Todesursache je 1mal Collaps, Tetanus und Pyämie.)

V. Offene Brüche im Fussgelenk (24 Fälle).

a) Innerhalb der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten.

1) Conservativ durchbehandelt.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Bardeleben	Tibia	1 (1)	—	Heilung mit fast ganz freier Beweglichkeit.
	Tib. und Fib.	1	1	Zermalmung beider Knochen und der Weichtheile. Tod nach 24 Stunden wahrscheinlich an Fettembolie.
Schede	Tib. und Fib.	2 (1)	—	Heilung nach 6 Wochen mit einiger Beweglichkeit.
Volkmann	Tib. und Fib.	2 (2)	—	Heilung nach 7 und 8 Wochen mit freier Beweglichkeit.
Wilms	Fibula	1	—	Complikation mit Zerschmetterung des Unterschenkels der andern Seite (primäre Amputation des Oberschenkels mit Heilung per primam).
	Tib. und Fib.	3 (2)	—	1 mal Heilung mit Ankylose, 1 mal mit freier Beweglichkeit.

2) Mit primärer Resektion behandelt.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Bardeleben	Fibula	2 (1)	—	Primäre Resektion des unteren Endes der Fibula. Heilung mit Ankylose.
Socin	Tibia	1	—	Primäre Total-Resektion des Fussgelenks. Heilung mit Ankylose.

3) Mit intermediärer Amputation und Resektion behandelt.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Bardeleben	Tib. und Fib.	1	1	Complikation mit Bruch des Talus und Zerreissung der Art. tibial. ant. und post. Amputation des Unterschenkels am 2. Tage. Tod an Septicämie nach 4 Wochen.
Schede	Tib. und Fib.	1	—	Wegen Gangrän des Unterschenkels Amputation des Oberschenkels am 5. Tage. Heilung.
Volkmann	Tib. und Fib.	2	—	1 mal Total-Resektion des Fussgelenkes in der 3. Woche mit vorzüglichem funktionellem Resultate. 1 mal Amputation des Unterschenkels nach 8 Tagen wegen Gangrän des Fusses; Heilung.

b) Nach Ablauf von 24 Stunden in Behandlung getreten.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Bardeleben	Tib. und Fib.	2	2	2 mal Tod an Pyämie, 1 mal nach intermediärer Resektion beider Malleolen.
Schede	Tib. und Fib.	1	—	Heilung mit Eiterung und verzögerter Consolidation.
Socin	Tib. und Fib.	2	1	1 mal Tod an Delirium tremens. — Der andere Fall, aufgenommen nach 16 Tagen mit Verjauchung des Fussgelenkes und Gangrän, durch Amputation des Unterschenkels geheilt.

Beobachter.	Entstehung.	Summa.	Davon †	Bemerkungen.
Volkmann	Tib. und Fib.	2 (1)	—	1 mal aseptische Heilung mit beweglichem Gelenk. 1 mal nach 20 Tagen Resektion des Fussgelenkes wegen Vereiterung, Heilung mit Ankylose.
	Gesammtzahl	24 (8)	5	(Todesursache 2 mal Pyämie, je 1 mal Delirium tremens, Fettembolie und Septicämie.)

§. 264. Die vorstehende Tabelle umfasst 254 Fälle von complicirten Fracturen der Extremitätenknochen, welche der antiseptischen Behandlung unterworfen sind. Von denselben kommen 84 auf die obere Extremität: 45 sind Diaphysen-, 30 Gelenkfracturen und 9 complicirte Fälle. Auf die untere Extremität kommen 170 Fälle, darunter 132 Diaphysen-, 35 Gelenkfracturen und 3 complicirte Fälle.

Die statistische Verarbeitung dieses Materiales beginnt mit der Berechnung der Mortalitätsziffer.

Um eine bequemere Uebersicht über die Anzahl der Todesfälle bei den einzelnen Fracturen zu gestatten, dient die folgende tabellarische Zusammenstellung der Gesammtresultate, bei welcher auch die Fälle unterschieden sind, welche conservativ durchbehandelt und diejenigen, welche sekundär amputirt und resecirt worden sind.

Uebersicht der Gesammtresultate.

Sitz der complicirten Fracturen.	Conservativ behandelt.		Sekundär amputirt und resecirt.		Gesammtzahl	
	Summa.	Davon †	Summa.	Davon †	d. Fälle	der †
Diaphyse des Oberarmknochens . .	12	1	1	1	13	2
Diaphysen der Vorderarmknochen . .	32	—	—	—	32	—
Schultergelenk	1	—	—	—	1	—
Ellbogengelenk	16	1	3	—	19	1
Handgelenk	4	—	6	1	10	1
Complicirte Fälle	8	—	1	—	9	—
Obere Extremität Summa .	73	2	11	2	84	4 (4,7%)
Diaphyse des Oberschenkelknochens .	13	1	1	—	14	1
Diaphysen der Unterschenkelknochen	109	6	9	3	118	9
Hüftgelenk	1	—	—	—	1	—
Kniegelenk	9	2	1	1	10	3
Fussgelenk	17	3	7	2	24	5
Complicirte Fälle	2	—	1	1	3	1
Untere Extremität Summa .	151	12	19	7	170	19 (11,1%)
Gesammtzahl .	224	14	30	9	254	23 (9%)

Die Tabelle weist insgesammt eine Mortalität von 9,0 Procent auf —, gewiss ein ausserordentlich günstiges Resultat, das bei genauerer Betrachtung sich noch weit besser gestaltet. Ziehen wir nämlich vor Allem die Todesursachen in Betracht, so sind die Todesfälle, welche mit der Behandlung in gar keinem Zusammenhange stehen, von denjenigen zu sondern, welche der Behandlung zur Last fallen. Es ergibt sich nun bei einer Gesammtzahl von 23 Todesfällen als Todesursache je 1 mal Collaps, Fettembolie und Verblutung durch Leberruptur, 7 mal Delirium tremens, 2 mal Tetanus, 4 mal Pyämie und 7 mal Septicämie.

Die Mortalität an Septo-Pyämie beziffert sich somit auf 4,3 Procent. Allein auch diese Ziffer fällt keineswegs der Behandlung allein zur Last, da es sich ja im Gegensatze zu einer unter dem Schutze des gesammten antiseptischen Apparates ausgeführten Operation vielmehr um Verletzungen handelt, welche erst kürzere oder längere Zeit nach dem Unfalle in Behandlung traten, hie und da sogar erst dann, wenn bereits septische Infektion eingetreten war. Wir sind daher berechtigt, sofort zwei Fälle auszuschliessen, welche erst spät mit allgemeiner septischer Infektion aufgenommen worden sind, so dass dann die Mortalität an Septo-Pyämie nur 3,5 Procent beträgt.

Ausserdem sind aber auch die Fälle zu sondern, welche gleich nach der Verletzung oder wenigstens innerhalb der ersten 24 Stunden in antiseptische Behandlung getreten sind, und diejenigen, welche nach Ablauf des ersten Tages und später aufgenommen wurden. Die Todesfälle vertheilen sich dann folgendermassen.

Von den 84 offenen Brüchen der obern Extremität sind innerhalb der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten 74, davon gestorben 2 (1 Septicämie); nach Ablauf der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten 10, davon gestorben 2 (1 Septicämie).

Von den 170 offenen Brüchen der untern Extremität sind innerhalb der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten 141, davon gestorben 13 (5 Septo-Pyämie); nach Ablauf der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten 29, davon gestorben 6 (5 Septo-Pyämie).

Von den insgesammt 254 offenen Brüchen sind innerhalb der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten 225, davon gestorben 15 (6 Septo-Pyämie); nach Ablauf der ersten 24 Stunden in Behandlung getreten 39, davon gestorben 8 (5 Septo-Pyämie).

Es ergibt sich somit für die Fälle, welche innerhalb der ersten 24 Stunden in antiseptische Behandlung getreten sind, eine Mortalität von 2,7 Procent an Septo-Pyämie (wobei ein Todesfall mit eingerechnet ist, der ausdrücklich dem versuchsweise angewandten 4procentigen Salicylverbande zugeschrieben wird), dagegen für die Fälle, welche erst nach Ablauf des ersten Tages antiseptisch verbunden wurden, eine solche von 12,8, beziehungsweise (nach Abzug der zwei mit allgemeiner septischer Infektion aufgenommenen Fälle) von 8,1 Procent. Die letztere Kategorie von Fällen hat also eine dreimal grössere Mortalität an Sepsis als die erstere aufzuweisen.

Gewiss legen diese Ziffern ein glänzendes Zeugniss ab für die Leistungen der antiseptischen Methode, welche von keiner andern erreicht werden. Dabei ist kaum nöthig, daran zu erinnern, dass unter

jenen Fällen eine grosse Anzahl der schwersten Verletzungen enthalten ist, bei denen überhaupt noch an die Erhaltung des Gliedes gedacht werden kann, dass ferner in nicht weniger als 65 Fällen die grossen Gelenke eröffnet und 12 mal Complicationen mit andern schweren Verletzungen vorhanden waren, sowie endlich, dass der dritte Theil der Verletzten das 40. Lebensjahr überschritten hatte.

Was den letzteren Punkt, den Einfluss des Lebensalters auf die Mortalität betrifft, so dokumentirt sich derselbe bekanntlich bei jeder nicht antiseptischen Wundbehandlung in einer erheblich grösseren Sterblichkeit nach Verletzungen im höheren Alter. Beispielsweise steigt in einer Billroth'schen Statistik, welche sich auf 93 von ihm behandelte offene Unterschenkelfracturen bezieht, die Mortalität vom 10. bis 60. Lebensjahre ganz regelmässig von 15 auf 80 Procent.

Bei der antiseptischen Behandlung gleicht sich dagegen, wie zuerst Volkmann für die complicirten Fracturen und die Amputationen nach eigenen Erfahrungen hervorgehoben hat, dieser Einfluss ganz aus, vorausgesetzt, dass grösserer Blutverlust und septische Processe mit Fieber vermieden werden. Hiefür dient auch unsere Statistik zum vollgültigen Beweise. Denn von 44 Kranken, welche das 50. Lebensjahr überschritten hatten, sind nur 3 an accidentellen Wundkrankheiten gestorben (exclusive einen schon septisch aufgenommenen Fall), und gerade diese waren erst später in antiseptische Behandlung getreten. Im Ganzen vertheilen sich bei einer Gesammtzahl von 237 Kranken, deren Alter bekannt ist, die Todesfälle an accidentellen Wundkrankheiten und Delirium tremens folgendermassen:

Von 13 Kranken im Alter von	1—10	Jahren sind gest.	0
„ 30 „ „ „	„ 10—20	„ „ „	0
„ 65 „ „ „	„ 20—30	„ „ „	3 an Sepsis, 1 an Tetanus
„ 47 „ „ „	„ 30—40	„ „ „	3 an Delir. trem., 1 an Tetanus
„ 38 „ „ „	„ 40—50	„ „ „	1 an Delir. trem., 1 an Sepsis
„ 26 „ „ „	„ 50—60	„ „ „	1 an Delir. trem., 1 an Sepsis
„ 14 „ „ „	„ 60—70	„ „ „	0
„ 3 „ „ „	„ 70—80	„ „ „	1 an Sepsis
„ 1 „ „ „	„ 80—90	„ „ „	0.

§. 265. Gleich günstige Resultate wie hinsichtlich der Mortalität ergibt unsere Statistik auch in Bezug auf den Verlauf der Wundheilung. Sie beweist unwiderleglich, dass selbst in den schweren und schwersten Fällen von complicirten Fracturen ein gleichmässiger ungestörter Verlauf ohne lokale und allgemeine Reaktion zur Regel wird, vorausgesetzt, dass die antiseptische Behandlung frühzeitig eingeleitet und rigorös durchgeführt wird. Es sind wiederum die vor und nach Ablauf des ersten Tages in Behandlung getretenen Fälle zu unterscheiden.

a) Von den 215 innerhalb der ersten 24 Stunden in antiseptische Behandlung getretenen Fällen sind 191 conservativ durchbehandelt. Unter letzteren ist in 115 Fällen, d. h. in

60 Procent, der Heilungsverlauf ausdrücklich als vollkommen aseptisch, reaktionslos und frei von Knochennecrose notirt. Es ist also in mehr als der Hälfte dieser Fälle die Heilung ähnlich wie bei subkutanen Fracturen erfolgt und namentlich Bruchspalteneiterung und Knochennecrose vermieden worden.

Den conservativ behandelten Fällen stehen nur 15 Fälle gegenüber, in denen eine intermediäre und sekundäre Amputation oder Resektion nothwendig wurde. Dieselbe war indicirt 9 mal durch Gangrän (ausgedehnte Hautgangrän oder Gangrän eines ganzen Gliedabschnittes), 4 mal durch Gelenkeiterung, je 1 mal durch Blutung und akutes purulentes Oedem.

Unterscheiden wir diese Fälle genauer in Diaphysen- und Gelenkfracturen, so wurde bei den Diaphysenfracturen 8 mal amputirt und exartikulirt, und zwar 6 mal wegen Gangrän, je 1 mal wegen Blutung und akuten purulenten Oedemes. Hiebei handelt es sich um 1 Exartikulation im Hüftgelenk, 6 Amputationen des Oberschenkels und 1 Amputation des Vorderarmes: sämmtlich mit Ausgang in Genesung, ausgenommen eine Doppelamputation beider Oberschenkel wegen Gangrän und eine Unterschenkelamputation wegen akuten purulenten Oedems. Bei Gelenkfracturen wurden 2 sekundäre Gelenkresektionen und 2 Amputationen wegen Gelenkeiterung, 3 Amputationen wegen Gangrän ausgeführt. Von allen diesen Operationen hatte nur ein Fall von Oberschenkelamputation wegen Verjauchung bei einer complicirten Fractur des Kniegelenkes (Salicylverband) einen letalen Ausgang.

Endlich gehören hieher noch 8 Fälle mit primärer Gelenkresektion (s. u. §. 267) sowie ein Fall von Amputation des Unterschenkels wegen Zertrümmerung des Fussgelenkes und Zerreissung beider Artt. tibiales, welcher richtiger zu den primären Amputationen zu zählen ist.

b) Etwas anders gestaltet sich der Verlauf in denjenigen Fällen, in denen die antiseptische Behandlung erst nach Ablauf des ersten Tages eingeleitet worden ist. Die Unterscheidung derselben ist natürlich von grösster Wichtigkeit, da es einerseits bei derartigen Verletzungen nicht denkbar ist, dass sie immer in ganz frischem Zustande in ärztliche Behandlung kommen, und da es andererseits wohl noch geraume Zeit währen wird, bis die strenge Handhabung der Antisepsis Gemeingut aller Aerzte geworden sein wird. Und es steht ja fest, dass letztere nur dann einen sicheren Schutz gewährt, wenn sie bei einer noch frischen Verletzung angewandt wird. Welche Chancen jedoch die nachträgliche Anwendung der antiseptischen Massnahmen gewährt, darüber gehen die Ansichten noch ziemlich weit auseinander, und sind daher statistische Anhaltspunkte sehr erwünscht.

Die Gesammtzahl der nach Ablauf des ersten Tages aufgenommenen Fälle beträgt 37 (nach Ausschluss der zwei mit allgemeiner septischer Infektion aufgenommenen Fälle). Die antiseptische Behandlung wurde eingeleitet:

16	mal	nach	Ablauf	von	24—36	Stunden	nach	der	Verletzung
4	„	„	„	„	36—48	„	„	„	„
4	„	„	„	„	3	Tagen	„	„	„
4	„	„	„	„	4	„	„	„	„
3	„	„	„	„	5—7	„	„	„	„
3	„	„	„	„	8—9	„	„	„	„
2	„	„	„	„	16	„	„	„	„
1	„	„	„	„	16	Wochen	„	„	„

Zunächst fällt auf, dass in diesen Fällen nur 25, also etwa $^2/_3$ conservativ durchbehandelt sind (bei der ersteren Kategorie dagegen mehr als $^9/_{10}$). Unter denselben gelang es 9mal alsbald Asepsis zu erzielen, sowie in 4 weiteren Fällen nach wiederholter Desinfektion oder Einleitung der permanenten antiseptischen Irrigation. Von den übrigen 12 Fällen gelangten 9 nach mehr oder weniger reichlicher Eiterung, Abscedirung und Knochennecrose zur Heilung, während 1mal (in Folge von Verjauchung des Fussgelenkes) Tod an Pyämie und 2mal an Delirium tremens erfolgte.

Den 25 conservativ behandelten Fällen stehen 12 gegenüber, welche einer intermediären oder sekundären Amputation oder Resektion unterzogen wurden. Es musste nämlich bei Diaphysenfracturen 2mal wegen profuser Eiterung und wegen Blutung, beziehungsweise Ligaturgangrän amputirt, bei Gelenkfracturen wegen Vereiterung des Gelenkes 5mal resecirt und 2mal amputirt werden.

Das Gesammtresultat der erst später eingeleiteten antiseptischen Behandlung im Vergleich zu dem bei frühzeitiger Anwendung derselben lässt sich in folgender Weise zusammenfassen: Die Mortalität an Sepsis ist eine 3mal grössere, die relative Anzahl der Fälle mit vollkommen aseptischem Verlaufe fast um die Hälfte geringer, die Anzahl der intermediären und sekundären Amputationen und Resektionen eine mehr als vierfach grössere.

§. 266. Von Wichtigkeit ist ferner die Entscheidung der Frage, welchen Einfluss die antiseptische Behandlung auf die Consolidation der Fracturen und den Termin derselben ausübt.

Wie bereits früher erwähnt wurde, tritt die Callusbildung bei dieser Behandlung im Allgemeinen viel weniger reichlich auf als bei den anderen Behandlungsmethoden, da durch die Fernhaltung der Entzündungserreger die Reizung an der Bruchstelle und damit die reaktive Gewebsproduktion wesentlich herabgesetzt wird. Es liegt daher auch die Befürchtung nahe, dass aus diesem Grunde häufiger eine Verzögerung oder ein vollständiges Ausbleiben der Consolidation eintreten könnte, eine Befürchtung, die durch einzelne Misserfolge der antiseptischen Operation von Pseudarthrosen in Folge zu geringer Reaktion eine weitere Stütze erhalten hat.

Trotzdem scheint jene Gefahr nicht hoch anzuschlagen zu sein. Denn von vornherein lässt sich geltend machen, dass durch die Fernhaltung der Eiterung die Necrose der Bruchenden und der zurückgelassenen Splitter vermieden und hiedurch die Consolidation sehr wesentlich begünstigt wird. Und auch in dem Falle, dass die Wundheilung vollkommen reaktionslos und aseptisch, also ähnlich wie bei einer subkutanen Fractur verläuft, ist doch die Reizung an der Bruchstelle immer noch eine weit intensivere als bei der subkutanen Fractur, so dass in dieser Hinsicht die Chancen der Consolidation bei beiden mindestens gleich sein müssen, vorausgesetzt, dass nicht etwa primär ausgedehnte Splitterextraktionen vorgenommen sind.

Unsere Statistik liefert eine Bestätigung dieser Anschauung. Unter 168 complicirten Fracturen der Diaphysen der grossen Röhrenknochen, welche conservativ behandelt sind, ist nur 5mal der Ausgang

in Pseudarthrose, und zwar meist nach primärer Extraktion zahlreicher und grosser Splitter notirt, sowie 12 mal verzögerte Callusbildung (über 10 Wochen).

Wir wählen zur genaueren Ermittlung, da die Brüche der einzelnen anderen Knochen zu kleine Ziffern liefern, die Fracturen des Unterschenkels, und zwar diejenigen, welche innerhalb der ersten 24 Stunden aufgenommen, conservativ durchbehandelt und geheilt wurden. Ihre Zahl beträgt 87 Fälle, von denen 51 vollkommen aseptisch und reaktionslos geheilt sind. Unter den 87 Fällen ist nur 1 mal der Ausgang in Pseudarthrose und 8 mal verzögerte Consolidation beobachtet worden. Die Verzögerung betrug 1 mal 4, je 2 mal 5 und 7 und 1 mal 10 Monate. In den übrigen Fällen, in denen der Termin der Consolidation notirt ist, betrug die durchschnittliche Dauer bis zur vollendeten Consolidation nur 7 ½ Wochen.

Diese Resultate sprechen sicherlich nicht zu Ungunsten der antiseptischen Behandlung. Vergleicht man nämlich hiemit die Fracturenstatistik von Moritz aus dem Obuchow-Hospital in St. Petersburg, so kommen in letzterer auf 177 grösstentheils einfache Unterschenkelfracturen 8 Fälle von Pseudarthrose und auf 126 geheilte einfache Unterschenkelbrüche 17 Fälle mit verzögerter Consolidation.

§. 267. Eine besondere Besprechung verdienen noch die Resultate der Antiseptik bei den mit Eröffnung der grossen Gelenke complicirten Fracturen.

Gerade die Gelenkverletzungen sind es ja, bei welchen die Antisepsis ihre glänzendsten und anerkanntesten Erfolge aufzuweisen hat, so dass jene zum grössten Theile ihre Schrecken verloren haben. Demgemäss muss natürlich auch unser Standpunkt hinsichtlich der therapeutischen Indikationen ein von dem früheren durchaus verschiedener sein, sobald die Möglichkeit einer frühzeitigen und strengen Anwendung der Antisepsis gegeben ist: es wird namentlich das Gebiet der primären Amputation bedeutend eingeschränkt, und zwar in den weniger schweren Fällen zu Gunsten der conservativen Behandlung, in den schweren zu Gunsten der Resektion. Um also in dieser Richtung festere Anhaltspunkte zu gewinnen, ist eine genaue Kenntniss der bisher erzielten Resultate unerlässlich, wenn wir auch sofort den Vorbehalt machen, dass unsere Zahlen noch zu klein und die Resultate entsprechend der Vervollkommnung der antiseptischen Technik noch der Verbesserung fähig sind.

Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über diese Resultate, welche aus unserer früheren Tabelle zusammengestellt ist.

Resultate der antiseptischen Behandlung der complicirten Gelenkfracturen.

Offene Fracturen im	Summa.	Conservativ behandelt		Primär resecirt		Interm. und sekundär resecirt		Interm. und sekundär amputirt	
		Summa.	Davon †	Summa.	Davon †	Summa.	Davon †	Summa.	Davon †
Schultergelenk . .	1	—	—	1	—	—	—	—	—
Ellbogengelenk .	19	13	1[1])	3	—	3	—	—	—
Handgelenk . . .	10	3	—	1	—	1	—	5	1[2])
Hüftgelenk . . .	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Kniegelenk . . .	10	9	2[3])	—	—	—	—	1	1[4])
Fussgelenk . . .	24	14	3[5])	3	—	3	1[6])	4	1[7])
Gesammtzahl .	65	40	6	8	—	7	1	10	3

[1]) Todesursache innere Verblutung durch Leberruptur. [2]) Tetanus (schon vor der Behandlung). [3]) Je 1 mal Collaps und Tetanus. [4]) Pyämie. [5]) Je 1 mal Fettembolie, Delirium tremens und Pyämie. [6]) Pyämie. [7]) Septicämie.

Die Tabelle bedarf einiger Erläuterungen. Schliessen wir zunächst die 5 Fälle mit tödtlichem Ausgange aus, in denen die Todesursache in keinem Zusammenhange mit der Behandlung stand (innere Verblutung, Fettembolie, Tetanus, welcher schon vor dem Eintritt in die Behandlung bestand, 2 mal Delirium tremens), so bleiben insgesammt 60 Fälle übrig, von denen 36 conservativ behandelt (2 † an Tetanus und Pyämie), 8 primär resecirt, 7 intermediär und sekundär resecirt (1 † an Pyämie) und 9 amputirt worden sind (2 † an Septo-Pyämie). Die Mortalitätsziffer beträgt somit 10 Procent, die an Septo-Pyämie 8,3 Procent.

Um nun aber das reine Facit der antiseptischen Behandlung zu ziehen, sind die erst nach Ablauf des ersten Tages aufgenommenen 12 Fälle auszuschliessen, so dass sich dann folgendes Verhältniss ergibt: Von insgesammt 48 Fällen wurden 32 conservativ behandelt (1 † an Tetanus), 8 primär resecirt, 2 nachträglich resecirt und 6 nachträglich amputirt (2 † an Pyämie). Die Mortalität an accidentellen Wundkrankheiten beziffert sich nun auf 6,2, die an Sepsis auf 4,1 Procent. Uebrigens fällt von den beiden einzigen Todesfällen an Sepsis der eine schon mehrfach erwähnte Fall der Salicylbehandlung zur Last, der andere gehört eigentlich den Primär-Amputationen zu (die Amputation des Unterschenkels wurde am 2. Tage wegen complicirter Fractur und Luxation im Fussgelenk und Zerreissung der beiden Artt. tibiales vorgenommen). In den übrigen 4 Amputationsfällen war die Indikation nur 1 mal durch Gelenkeiterung, dagegen 3 mal durch Gangrän des Gliedes gegeben.

Nicht minder günstig ist auch das funktionelle Resultat bei erfolgreicher antiseptischer Behandlung. So weit nämlich die Endresultate in den einzelnen Fällen bekannt sind, wurden bei conservativer Behandlung 20 Fälle mit frei beweglichem Gelenke geheilt, 4 mit verminderter Beweglichkeit und nur 3 mit Ankylose des Gelenks. Die Funktionsfähigkeit der resecirten Gelenke ist 2 mal als „gut",

2 mal als „sehr gut“ und 3 mal als „vorzüglich“ notirt; 3 mal blieb Ankylose nach der Resektion zurück.

Im Ganzen ist also die Gebrauchsfähigkeit des frakturirten Gelenkes in 31 Fällen ganz oder nahezu ganz wiederhergestellt worden und nur in 6 Fällen Heilung mit Ankylose eingetreten.

§. 268. In ähnlicher Weise wie die complicirten Gelenkfracturen eignen sich auch die complicirten Schädelfracturen als sicherster Prüfstein für die Wirksamkeit der Behandlungsmethode.

Die Antiseptik hat auch diese härteste Probe glänzend bestanden und eine ganz evidente Abnahme der accidentellen Wundkrankheiten und namentlich der hinzutretenden akuten Entzündung der Meningen bewirkt, welche früher so häufig durch ihre rapiden Fortschritte den ungünstigen Ausgang der offenen Schädelbrüche verschuldet hat. Denn gerade bei den Brüchen des Schädels ist die Bloslegung der Bruchspalte durch eine gleichzeitig vorhandene Wunde der weichen Schädeldecken in eminentestem Grade gefahrvoll: sobald der freie Zutritt der Fäulnisserreger den putriden Zerfall des Blutextravasates und der gequetschten Gewebe in der Umgebung der Bruchstelle eingeleitet hat, droht auch die Gefahr der jauchigen Osteomyelitis der Diploë, der Vereiterung ihrer Venenthromben und der Weiterverbreitung der Pfröpfe durch die starren Sinus mit dem Ausgang in Pyämie; ferner die Gefahr der progredienten Phlegmone in dem lockeren subaponeurotischen Zellgewebe, sowie die Gefahr der Pachymeningitis und der phlegmonösen Meningitis der Pia mater, die zuweilen mit der Schnelligkeit eines akuten purulenten Oedemes sich entwickelt und fortschreitet.

Die statistische Ermittlung des Erfolges der Wundbehandlung in diesen Fällen stösst desshalb auf besondere Schwierigkeiten, weil der Ausschlag im Mortalitätsverhältniss ganz überwiegend von der Mitverletzung des Gehirnes gegeben wird, und weil es dem subjektiven Urtheile des Beobachters mehr oder weniger anheimfällt, welcher Antheil an dem Ausgange der Gehirnverletzung zuzuschreiben ist. Einen sicheren Anhaltspunkt gewinnt man desshalb für unseren Zweck nur dann, wenn man sich auf eine Statistik der complicirten Schädelbrüche ohne gleichzeitige Gehirnverletzung beschränkt. Ueber die Resultate der Antiseptik bei dieser Kategorie liegt eine sorgfältige neue Statistik von Kramer[1]) (E. Richter) vor, deren Material ebenso wie unser obiges nicht aus der zerstreuten Casuistik, sondern nur aus einer Anzahl Hospitalberichte entnommen ist. Sie umfasst 58 Fälle von offenen Schädelbrüchen ohne Gehirnverletzung, welche jedoch zum Theil nicht in frischem Zustande (1 Fall bereits mit ausgedehnter subaponeurotischer Phlegmone) aufgenommen worden sind. In 41 Fällen erfolgte Heilung per primam, in 14 Fällen per sec. int. Nur in 10 Fällen trat im Beginn geringes Fieber, in 2 Fällen ein nicht progressives Erysipel auf. 3 Fälle endeten tödtlich, der eine an intrameningealem Bluterguss, der andere an Meningitis, der dritte war mit manifester septischer Infektion aufgenommen.

---

[1]) W. Kramer, Resultate der antiseptischen Wundbehandlung bei den complicirten Verletzungen des knöchernen Schädeldachs. Inaug.-Diss. Breslau 1880.

Ausserdem enthält jene Statistik 31 Fälle von complicirten Schädelfracturen, in denen die Trepanation vorgenommen worden ist. 24 Fälle (darunter 4 mit Gehirnverletzung) heilten per primam, 4 (darunter 3 mit Gehirnläsion) per sec. int., 3 endeten tödtlich durch Encephalo-Meningitis. Von diesen Trepanationen waren 25 primäre, welche eine Mortalität von 8 Procent aufweisen, während dieselbe Operation ohne Antisepsis eine Mortalität von 55,2 Procent ergab (Bluhm).

§. 269. Wir haben im Vorhergehenden versucht, die Resultate der antiseptischen Behandlung nach allen Seiten hin ziffermässig festzustellen. Die richtige Würdigung derselben ist jedoch nur möglich an der Hand einer Vergleichung mit den Resultaten der nicht antiseptischen Behandlungsmethoden.

Das meiste Interesse bietet jedenfalls die Vergleichung mit der offenen Wundbehandlung, da sie nächst der antiseptischen als die beste Methode anerkannt zu werden pflegt. Nun liegt aber nur eine grössere Reihe ausschliesslich offen behandelter complicirter Fracturen in der Statistik von Krönlein aus der Rose'schen Klinik in Zürich (1867—1871) vor, die leider nicht zu einer genaueren Vergleichung herangezogen werden kann, da sie nicht hinreichend detaillirt ist und nicht einmal die primär und sekundär Amputirten sondert. Sie umfasst 102 Fälle mit einer Mortalität von 25,4 Procent. Von 65 offen und conservativ behandelten Fracturen der langen Röhrenknochen starben 7,6 Procent an Septo-Pyämie — von 224 antiseptisch und conservativ behandelten Fällen 1,3 Procent!

Sehr wohl eignet sich dagegen zur Vergleichung der Billroth'sche Gesammtbericht über die chirurgische Klinik in Zürich und Wien während der Jahre 1860—76, welcher 180 grösstentheils offen behandelte complicirte Fracturen umfasst.

In der folgenden Tabelle sind die aus unserer Statistik gewonnenen Zahlen denen der Billroth'schen gegenübergestellt.

Vergleichung der Resultate der antiseptischen und nicht antiseptischen (offenen) Behandlung.

A. Obere Extremität.

Sitz der complicirten Fracturen.	Behandlung.	Conservativ behandelt.		Sekundär operirt.		Gesammtzahl	Davon †
		Summa.	Davon †	Summa.	Davon †		
Diaphyse des Humerus	antiseptisch nicht antispt.	12 13	1 3	1 1	1 1	13 14	2 4
Diaph. der Vorderarm-knochen	antiseptisch nicht antispt.	32 12	— 2	— 5	— 5	32 17	— 7
Schultergelenk . . .	antiseptisch nicht antispt.	1 2	— —	— —	— —	1 2	—
Ellbogengelenk . . .	antiseptisch nicht antispt.	16 6	1 4	3 2	— 2	19 8	1 6
Handgelenk	antiseptisch nicht antispt.	4 —	— —	6 —	1 —	10 —	1 —
Complicirte Fälle . .	antiseptisch nicht antispt.	8 2	— —	1 3	— 3	9 5	— 3
Obere Extremität	antiseptisch nicht antispt.	73 35	2 9	11 11	2 11	84 46	4 = 4,7% 20=43,4%

B. Untere Extremität.

Sitz der complicirten Fracturen.	Behandlung.	Conservativ behandelt.		Sekundär operirt.		Gesammtzahl	Davon †
		Summa.	Davon †	Summa.	Davon †		
Diaphyse des Femur .	antiseptisch nicht antispt.	13 12	1 7	1 1	— 1	14 13	1 8
Diaph. d. Unterschenkel-knochen	antiseptisch nicht antispt.	109 81	6 20	9 16	3 12	118 97	9 32
Hüftgelenk	antiseptisch nicht antispt.	1 —	— —	— —	— —	1 —	— —
Kniegelenk	antiseptisch nicht antispt.	9 5	2 4	1 1	1 1	10 6	3 5
Fussgelenk	antiseptisch nicht antispt.	17 11	3 4	7 3	2 3	24 14	5 7
Complicirte Fälle . .	antiseptisch nicht antispt.	2 4	— 2	1 —	1 —	3 4	1 2
Untere Extremität	antiseptisch nicht antispt.	151 113	12 37	19 21	7 17	170 134	19=11,1% 54=40,2%
Gesammtzahl .	antiseptisch nicht antispt.	224 148	14 46	30 32	9 28	254 180	23 = 9,0% 74=41,1%

Die obige Gegenüberstellung spricht auf das Schlagendste für die grosse Ueberlegenheit der antiseptischen Methode gegenüber der früheren Behandlung der complicirten Fracturen — dort 9,0, hier 41,1 Procent Mortalität! — selbst wenn letztere von einem der erfahrensten Chirurgen geleitet worden ist, der sich mit solchem Interesse derselben annahm, dass ihm „die gelungenste operative Kur selten eine solche Freude bereitet hat, wie die gelungene Heilung einer schweren complicirten Fractur“ [1]). Und wenn Billroth erst vor wenigen Jahren in dem Vorworte zu seinem klinischen Gesammtberichte es voraussah, „dass dieser wesentlich dazu dienen werde, durch Zahlen den Beweis zu liefern, wie schlimm es in vielen Punkten früher mit der Chirurgie bestellt war, dass er einen dunklen Hintergrund bilden werde, auf welchem die folgenden Generationen ihre hell leuchtenden Bilder zeichnen werden“ — so ist dieses Wort schon jetzt in Erfüllung gegangen und gerade an der Behandlung der complicirten Fracturen der Beweis erbracht, dass der Antiseptik die hell leuchtende Zukunft der Chirurgie gehört!

Noch sind die Todesursachen in den beiden Beobachtungsreihen zu vergleichen. Bei der nicht antiseptischen Behandlung beträgt die Mortalität im Ganzen 41,1 Procent, speciell die an Septo-Pyämie 31,1 Procent der Verletzten, so dass nur 10 Procent der Verletzten anderweitigen Complikationen (Tetanus, Delirium tremens, Erysipel, Collaps etc.) erlegen sind.

Bei der nicht antiseptischen Behandlung sind also 31,1 Procent der Verletzten der Septo-Pyämie erlegen, bei der antiseptischen Behandlung nur insgesammt 4,3 Procent.

Die Beweiskraft dieser Parallele wird noch dadurch erhöht, dass die Billroth'schen Ziffern, welche ja einem zusammenhängenden Zeitraum von 16 Jahren entnommen sind, in Wirklichkeit den Durchschnittsresultaten der früheren Behandlung entsprechen oder sie zum Theil übertreffen. Die folgenden weiteren Zahlenvergleiche mögen hiefür zur Bestätigung dienen.

Volkmann und Fränkel haben aus einer Reihe von Friedenshospitälern eine Gesammtzahl von 388 complicirten Unterschenkelfracturen zusammengestellt, welche conservativ durchbehandelt worden sind und eine Mortalität von 32,5 Procent ergeben. Die Billroth'sche Statistik enthält 92 Fälle mit 26 Procent Mortalität, unsere Statistik für die antiseptische Behandlung 126 Fälle mit 7,1 Procent Mortalität.

Die Sterblichkeit der wegen complicirter Unterschenkelfracturen Sekundär-Operirten beträgt nach der Statistik von Volkmann-Fränkel 77, nach der Billroth'schen 78,9, nach der unsrigen 30 Procent.

Nach dem Berichte von Lingen aus dem Marien-Magdalenenhospital in St. Petersburg, welcher insgesammt 152 complicirte Fracturen der langen Röhrenknochen aus den Jahren 1863—1880 umfasst, ergibt sich, dass die Mortalität (nach Abzug der Primär-Amputirten) früher 42 Procent betrug und innerhalb der letzten 3 Jahre seit Einführung der Antiseptik auf 20 Procent gefallen ist.

Mac Cormac gibt aus dem St. Thomashospital in London folgende Gegenüberstellung. Seit Einführung der Antisepsis wurden

---

[1]) Billroth, Allg. chirurg. Path. und Ther. 8. Aufl. Berlin 1876, S. 241.

16 complicirte Fracturen (11 der Tibia, 2 des Femur, 3 der obern Extremität) sämmtlich vollkommen aseptisch wie subkutane geheilt. Vorher waren innerhalb 6 Jahren von 54 complicirten Fracturen der untern Extremität 12 gestorben, 14 mit langwieriger Eiterung (mehrere erst nach 5—7 Monaten) und 25 ohne Complikationen und ohne Verzögerung geheilt worden.

Sehr lehrreich ist endlich eine Vergleichung der bisher erwähnten Resultate mit den beiden folgenden Statistiken aus dem Guy's Hospital in London (1841—61) und dem Obuchow-Hospital in St. Petersburg (1852—72). In beiden sind die Primär-Amputirten und die aus zufälligen anderen Ursachen (innerer Blutung, Erkrankung) Gestorbenen nicht mit eingeschlossen.

Statistik des Guy's Hospital (1841—61).

Sitz der complicirten Fracturen.	Conservativ behandelt.		Sekundär amputirt.		Gesammtzahl	Davon †
	Summa.	Davon †	Summa.	Davon †		
Oberarm	14	—	4	—	18	—
Vorderarm	27	—	5	2	32	2
Oberschenkel	7	4	1	1	8	5
Unterschenkel	129	35	21	14	150	49
Gesammtzahl	177	39 = 22%	31	17 = 54%	208	56=26,9%

Statistik des Obuchow-Hospitales (1852—72).

Sitz der complicirten Fracturen.	Conservativ behandelt.		Sekundär amputirt.		Gesammtzahl	Davon †
	Summa.	Davon †	Summa.	Davon †		
Oberarm	13	10	1	—	14	10
Vorderarm	19	8	3	2	22	10
Oberschenkel	10	10	4	3	14	13
Unterschenkel	82	54	22	19	104	73
Gesammtzahl	124	82 = 66%	30	24 = 80%	154	106=68,8%

Der Unterschied in den Sterblichkeitsverhältnissen beider Hospitäler ist ein ganz enormer, trotzdem die verglichenen Zahlen annähernd gleich sind und sich die Statistik in beiden Hospitälern auf einen gleich langen zusammenhängenden Zeitraum von 20 Jahren erstreckt — in dem englischen Hospitale 26,9, in dem russischen 68,8 Procent Mortalität, welche letztere fast ausschliesslich auf Rechnung von Pyämie, Septicämie und septischer Phlegmone kommt! Sicherlich ist diese Sterblichkeit nicht in Zufälligkeiten begründet, sondern wesentlich durch die Hospitalverhältnisse und die Art der Behandlung beeinflusst,

— zugleich ein weiteres Zeugniss zu Gunsten der antiseptischen Behandlung, welche überall da, wo sie mit der nöthigen Uebung und Strenge durchgeführt wird, gleichmässig gute Resultate gibt und selbst in Hospitälern mit sehr ungünstigen hygieinischen Verhältnissen, in denen vordem die Pyämie und Septicämie, das Erysipel und der Hospitalbrand eine erschreckend grosse Zahl von Opfern forderte, ihren segensreichen Einzug gehalten hat.

Cap. V.

Die Nachbehandlung nach erfolgter Consolidation der Knochenbrüche.

§. 270. Die Nachbehandlung beginnt mit dem Momente, in welchem der Fracturverband nach erfolgter Consolidation der Bruchstelle abgenommen wird, und endigt mit der völligen Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit des Gliedes: sie erstreckt sich also über die Dauer der Rekonvalescenzperiode und hat die Aufgabe, die nach der Fracturheilung zurückbleibenden funktionellen Störungen zu beseitigen.

Der geeignete Zeitpunkt für die definitive Entfernung des Verbandes richtet sich nach dem Termin der für die einzelnen Fracturen gültigen mittleren Heilungsdauer (s. o. S. 265), wobei ausserdem alle die Momente zu berücksichtigen sind, welche in dem betreffenden Falle die Heilung abzukürzen oder zu verzögern vermögen, also namentlich das Alter des Verletzten, der Sitz und die Art des Bruches, das etwaige Vorhandensein von Complikationen, die Art des Heilungsverlaufes u. s. w. Nach der Entfernung des Verbandes hat man sich durch eine sorgfältige und vorsichtige Untersuchung der Bruchstelle zu versichern, dass keine Spur von abnormer Beweglichkeit mehr vorhanden und der Callus fest genug ist, um den Gebrauch des Gliedes zu gestatten.

In manchen leichteren Fällen stellt sich nun auch ohne Kunsthülfe die Gebrauchsfähigkeit des Gliedes in kurzer Zeit wieder her, so dass es nur einiger Tage der Schonung und einer allmäligen und vorsichtigen Wiederaufnahme der Thätigkeit bedarf. Es sind dies namentlich Fälle von subkutanen Fracturen an den Oberextremitäten, welche in der Mitte der Diaphysen, also entfernt von den Gelenken ihren Sitz hatten und nur kürzere Zeit zur Heilung in Anspruch nahmen.

In der Regel jedoch, und zwar namentlich bei den Fracturen der Unterextremitäten müssen nicht nur gewisse Vorsichtsmassregeln bei dem Versuche, das aus dem Verbande befreite Glied wieder in Gebrauch zu nehmen, eingehalten werden, sondern dasselbe hat auch eine mehr oder weniger schwere Einbusse in seiner Funktionsfähigkeit erlitten.

Zu jenen Vorsichtsmassregeln gehört vorzugsweise der Schutz des frischen Callus gegen äussere mechanische Einwirkungen, insbesondere zu starke Belastung, wodurch eine Biegung oder Refraktion desselben herbeigeführt werden kann. Waren die grossen Röhrenknochen an den untern Extremitäten gebrochen, so müssen daher die Kranken auch nach der Entfernung des Verbandes noch eine Zeit lang das Bett hüten, oder man versieht das Glied nachträglich mit einem starren Schutzverbande, wozu sich an Stelle des schwereren Gypsverbandes besonders der leichtere Kleister- oder Wasserglasverband eignet.

Die ersten Gehversuche dürfen nur mit Hülfe von Krücken angestellt werden, so dass das verletzte Glied gar nicht oder nur wenig belastet wird. Nach einiger Zeit, wenn auch das Gefühl mangelnder Festigkeit an der Bruchstelle sich verliert, wird die Krücke mit einem Stocke vertauscht, der oft noch wochen- oder sogar monatelang unentbehrlich ist. In besonderen Fällen, wie nach dem Querbruche der Patella, muss noch mehrere Monate lang nach der Entfernung des Verbandes ein Schutzapparat getragen werden, welcher die Gelenkbewegungen nicht vollständig aufhebt, jedoch die junge Narbe, mag sie knöchern oder bindegewebig sein, vor jeder Dehnung und Zerrung schützt und auf diese Weise eine bei dem Gebrauche des Gliedes allmälig zunehmende Entfernung der Fragmente verhütet. Ebenso empfiehlt sich zuweilen für alte Leute mit frisch geheilten Brüchen des Unterschenkels, namentlich der Knöchel, das Tragen eines Schienenschuhes, um ihnen möglichst bald das Umhergehen zu ermöglichen.

Derartige Vorsichtsmaassregeln werden ja von den Kranken in der Regel gerne beachtet, da namentlich solche mit frisch geheilten Fracturen an der unteren Extremität bei den ersten Gehversuchen die grösste Unsicherheit und Unbehülflichkeit zeigen, die sich nur ganz allmälig wieder verliert. Ja, besonders ängstliche Naturen sind zuweilen — Malgaigne schildert eine solche Scene sehr drastisch — derart von der Furcht befangen, das Bein vermöge den Körper noch nicht wieder zu tragen, dass sie überhaupt nur durch energisches Zureden zu den ersten Gehversuchen zu bewegen sind.

§. 271. Abgesehen von jenen Cautelen erwächst noch die Aufgabe, die mannigfachen üblen Folgezustände zu beseitigen, die nach der Fracturheilung stets in geringerem oder höherem Grade zurückbleiben. Wir haben dieselben bereits in einem früheren Capitel (S. 256) bezüglich ihrer Entstehung, Erscheinungsweise und Bedeutung ausführlich erörtert. Gleichen sich dieselben in den leichten Fällen und besonders im jugendlichen Alter auch ohne ärztliche Hülfe bald wieder aus, so lassen sie sich doch durch geeignete Mittel noch rascher beseitigen und verlangen in schweren Fällen sogar eine consequente und oft recht langwierige und mühevolle Behandlung, die einen sehr wichtigen Theil der Fracturbehandlung bildet.

1) Zu den genannten Störungen gehört zunächst das Oedem des peripheren Endes des Gliedes, das bei der vertikalen Haltung desselben aufzutreten pflegt und von einer venösen Stase in Folge von Erschlaffung der Venen abzuleiten ist. Man beseitigt dasselbe durch gleichmässige elastische Compression, am besten durch eine kunstgerechte Einwicklung des Gliedes mit einer Flanellbinde oder elastischen (Gummi-) Binde. Letztere wirkt entschieden prompter, nur muss sie mit grösserer Vorsicht und lockerer angelegt werden, weil sonst eine schädliche Einschnürung erfolgen kann.

Von den elastischen Binden selbst verdienen die aus reinem gewalztem Kautschuk bestehenden Martin'schen Binden entschieden den Vorzug vor den übersponnenen elastischen Binden, weil jene leicht zu reinigen und ungleich dauerhafter sind. Die Binden werden nur bei Tage getragen; bei sehr empfindlicher Haut, welche die impermeable Einhüllung nicht verträgt, kann unter die Binde eine dünne Schicht Watte oder Flanell untergelegt werden.

Wesentlich unterstützt und gefördert wird diese Behandlung durch gleichzeitige Anwendung der Massage, die in allen Fällen stärkerer und hartnäckiger ödematöser Schwellung dringend zu empfehlen ist. In solchen Fällen erstreckt sich das Oedem oft nicht blos auf Haut und Unterhautbindegewebe, sondern auch auf das tiefere intermuskuläre, periartikuläre Bindegewebe u. s. f., daneben sind oft noch Reste von Blutextravasaten vorhanden und die abführenden Lymphgefässe zum Theil durch die abgelaufenen Entzündungs- und Gerinnungsvorgänge verstopft. Hier werden durch das methodische Massiren die abführenden Bahnen wegsam gemacht, die Gewebe entwässert, Entzündungs- und Gerinnungsprodukte zertheilt und durch die Saftkanälchen und Anfänge der Lymphbahnen in die Lymphgefässe hineingepresst und so zur Resorption gebracht. Das Massiren geschieht hierbei in der Form des centripetalen Streichens (Effleurage) und Reibens (Massage à friction), indem in jeder einzelnen Sitzung mit beiden Formen abgewechselt wird. Es werden täglich 1—2 Sitzungen gehalten, jede von 5—10—15 Minuten Dauer.

So günstig nun aber die Massage bei der gewöhnlichen Form des Stauungsödems wirkt, so sehr muss vor einer kritiklosen Anwendung derselben in allen Fällen gewarnt werden. Namentlich bei derjenigen Form des Oedems, das durch Thrombose der tiefen Venen bedingt ist und sich durch auffallende Derbheit, sowie durch seine Ausdehnung über die Bruchstelle hinauf zu erkennen gibt, kann die Anwendung der Massage schwere Zufälle und selbst unmittelbare Lebensgefahr bewirken. Denn es können hierbei leicht Stücke der Thromben losgerissen und in den Blutstrom hineingepresst werden, wie denn schon wiederholt unter diesen Umständen Todesfälle durch Lungenembolie bei Gelegenheit der ersten Bewegungsversuche beobachtet worden sind (s. u. §§. 297 u. ff.).

§. 272. 2) Gegenstand der Behandlung sind ferner die funktionellen Störungen von Seiten der Muskeln, die sich durch Abmagerung, Schwäche und beschränkte Bewegungsfähigkeit des Gliedes zu erkennen geben. Liegt die Ursache nur in einer Inaktivitätsatrophie der Muskeln leichteren Grades, so kehrt die Muskelkraft und der frühere Umfang des Gliedes schon allein durch die allmälige Wiederaufnahme des Gebrauches desselben ohne Anwendung ärztlicher Mittel bald wieder zurück. Handelt es sich dagegen — wie insbesondere nach schweren complicirten Fracturen — um höhere Grade der Muskelatrophie, ist zugleich narbige Schrumpfung in Folge von Quetschung und Zerreissung einzelner Muskeln oder Muskelpartieen vorhanden und die Verschieblichkeit der Sehnen und Muskeln in ihren Scheiden und im intermuskulären Zellgewebe durch entzündliche Verklebungen und Infiltrate beeinträchtigt, oder haben gar Verklebungen des Callus mit Muskeln und Sehnen stattgefunden, so kann die Wiederherstellung der Muskelfunktion durch geeignete Behandlung wesentlich beschleunigt werden.

Hiezu dienen vor Allem passive Bewegungen, welche von dem Arzt methodisch vorgenommen werden, sowie zweckmässige und konsequente Uebungen, die von dem Kranken selbst nach Vorschrift ausgeführt werden. Hiebei werden die Muskeln wieder gekräftigt und geübt, durch die aktiven und passiven Spannungen wieder beweglich

und in ihren Zellgewebsscheiden frei verschieblich. Zur Unterstützung dieser Wirkung dient das gleichzeitige Massiren der Muskeln in Form des Streichens, Reibens und Knetens. Hiedurch wird die Cirkulation und der Stoffwechsel befördert, die Ernährung der Muskeln gehoben und entzündliche Infiltrate und Verklebungen zur Resorption gebracht und gelöst. Gerade die Combination der Massage mit den passiven Bewegungen und der aktiven Muskelarbeit ist in dieser Hinsicht von mächtiger Wirkung. Ebenso ist die häufig wiederholte Anwendung des Induktionsstromes ein vorzügliches Mittel, um die Funktion der atrophischen Muskeln in kurzer Zeit wieder herzustellen.

Ausserdem gibt es noch eine Reihe von Mitteln, die zwar bei Laien und Aerzten in grossem Rufe stehen, aber doch nicht als Ersatz, sondern nur als Unterstützung der genannten mechanischen Mittel Anwendung verdienen. Zu diesen gehören in erster Linie warme prolongirte Bäder, und zwar Voll- und Lokalbäder, welche durch arterielle Fluxion zu den betreffenden Theilen, sowie durch Anregung der Hautthätigkeit entschieden wohlthätige Wirkung haben; letztere kann durch gleichzeitige Anwendung von warmen und kalten Douchen noch erhöht werden. Ebenso stehen die natürlichen Thermen (Wiesbaden, Teplitz, Wildbad, Gastein, Rehme, Baden-Baden u. A.), wie auch die Moorbäder von Alters her in wohlberechtigtem Rufe bei frisch geheilten Beinbrüchen, wenn es auch dahingestellt bleiben mag, ob ihre Wirksamkeit hier die der gewöhnlichen warmen Bäder übertrifft. Dagegen ist der Gebrauch sogenannter stärkender Bäder mit Zusatz von aromatischen Kräutern, Alkalien (Pottasche) oder Emollientien (Kleie) ohne Vortheil und daher wenig mehr üblich, während die gleichfalls ziemlich wirkungslosen Einreibungen mit spirituösen, balsamischen und aromatischen Substanzen sich noch immer der grössten Gunst bei Laien und Aerzten erfreuen.

Durch die eben skizzirte Behandlung lässt sich in den allermeisten Fällen die Muskelfunktion sicher und in verhältnissmässig kurzer Zeit wieder herstellen, da eben auch die spontane Rückbildung des äusseren Callus einen Theil der Hindernisse beseitigt, welche sich anfangs der Ausdehnung der Bewegungen entgegengestellt hatten. Dagegen ist der Erfolg in den selteneren Fällen von Muskelcontraktur sehr zweifelhaft, in denen grössere Partieen von Muskelsubstanz verloren gegangen sind.

Volkmann[1]) hat neuerdings auf eine derartige Form der ischämischen Muskellähmung und Muskelcontraktur aufmerksam gemacht, welche nach zu fest angelegten Verbänden, namentlich am Vorderarm und der Hand auftritt. Dieselbe ist eine Folge der zu lange fortgesetzten Absperrung oder Beschränkung der arteriellen Blutzufuhr, welche zu einem ausgedehnten Zerfall der Muskelprimitivbündel führt. Charakteristisch ist, dass Lähmung und Contraktur fast gleichzeitig auftreten oder doch unmittelbar auf einander folgen. Die Contraktur zeichnet sich vom ersten Momente ihrer Entstehung an durch den enormen Widerstand aus, welchen sie der Geradrichtung des Gliedes entgegensetzt, da die betreffenden Muskeln ihre Dehnbarkeit völlig verloren haben und absolut starr geworden sind. Die auf den Zerfall

[1]) Centralblatt für Chirurgie 1881. Nr. 51. S. 801.

der contraktilen Substanz folgenden reaktiven Vorgänge steigern die Contraktur noch durch narbige Schrumpfung und Verkürzung der Muskeln.

Ausser diesen schweren Fällen kommen noch, wie Leser [1]) nach den Erfahrungen der Volkmann'schen Klinik beschrieben hat, in Folge einschnürender Verbände leichtere ischämische Muskellähmungen vor, welche nicht immer mit Contrakturen verbunden sind. Charakteristisch für dieselben ist, dass die faradische Erregbarkeit der Muskeln selbst bei starken Strömen vollständig erloschen ist, während der konstante Strom wenigstens abgeschwächte Contraktionen hervorruft; die Nervenleitung ist intakt, auch können meist durch Reizung der Nervenstämme deutliche, abgeschwächte Muskelcontraktionen erzielt werden.

Leser hat aus der Volkmann'schen Klinik 3 schwere und 3 leichtere derartige Fälle nach Fracturen an der obern Extremität mitgetheilt, welche sämmtlich mit Gypsverbänden behandelt worden waren. Bald nach Anlegung des einschnürenden Verbandes tritt Anschwellung der Hand und Finger auf und dazu gesellen sich äusserst heftige, sich immer steigernde Schmerzen im ganzen Arme. Nach der Abnahme des Verbandes sind Hand und Finger in mässiger Contrakturstellung, die Muskulatur des Vorderarmes ist bretthart anzufühlen, die Muskeln sind starr, so dass der Kranke nicht die geringste Bewegung ausführen kann; dabei die heftigsten Schmerzen. Bald tritt eine rasch zunehmende entzündliche Schwellung der Muskulatur des ganzen vom Verband eingenommenen Gliedabschnittes hinzu, welche allmälig wieder zurückgeht, um der nun folgenden Schrumpfung der Muskeln Platz zu machen. War die Läsion eine leichtere, so bleibt neben mässiger Flexionscontraktur eine Unfähigkeit zurück, Hand und Finger zu bewegen.

Leser konnte die ischämische Muskellähmung auch experimentell bei Kaninchen erzeugen und bei der histologischen Untersuchung regelmässig zweierlei Erscheinungen constatiren, nämlich einerseits den Untergang einer gewissen Anzahl Muskelfasern, andererseits eine grossartige Entzündung des Muskels. Mit der Intensität der letzteren steht die Ausdehnung der Muskelregeneration in umgekehrtem Verhältniss.

Die Behandlung besteht allein in der Vornahme passiver Bewegungen, welche in den leichten Fällen zur vollständigen Heilung führen. In den schweren Fällen hat man nur bei monatelang fortgesetzter Anwendung mechanischer Hülfsmittel Erfolg, und zwar sucht man in ganz frischen Fällen vor Allem die verkürzten und starren Muskeln in der Chloroformnarkose unter Anwendung selbst der äussersten Gewalt zu dehnen. Hierauf müssen die Finger einzeln mit Heftpflaster auf eine Fingerschiene fixirt werden: so wechseln Schienenbehandlung und passive Bewegungen mit einander ab. Die schwersten Fälle an Hand und Fingern sind dagegen als absolut unheilbar zu betrachten.

§. 273. 3) Endlich bleibt noch die Behandlung der Gelenksteifigkeit zu erwähnen, welche häufig nach vollendeter Fracturheilung zurückbleibt. Wie früher (§§. 171—174) ausführlich erörtert wurde, sind die Formen derselben in den einzelnen Fällen äusserst mannigfaltiger Art, je nachdem die der Bruchstelle benachbarten oder von ihr entfernten Gelenke versteift sind und je nachdem die Ursachen der Bewegungsbeschränkung innerhalb oder ausserhalb der Gelenke liegen.

---

[1]) Leser, Untersuchungen über ischämische Muskellähmungen und Muskelcontrakturen. Leipzig 1884.

Es lassen sich desshalb auch keine für jeden einzelnen Fall gültigen Vorschriften, sondern nur allgemeine Grundsätze für die Behandlung aufstellen.

Vor Allem ist die Forderung voranzustellen, dass schon während der Dauer der Fracturheilung die Behandlung in dieser Hinsicht eine prophylaktische sein muss. Da schon allein die lange dauernde und ununterbrochene Immobilisirung eines gesunden Gelenkes die Beweglichkeit desselben beeinträchtigt, so darf der fixirende Verband, der die benachbarten Gelenke mit einschliesst, nicht über den Termin der Consolidation der Bruchstelle hinaus liegen bleiben und soll überhaupt womöglich nur die beiden der Bruchstelle benachbarten Gelenke einschliessen. Am grössten ist diese Gefahr der Versteifung bei Leuten in höherem Alter und in den kleinen Gelenken, namentlich den Handgelenken und Fingergelenken, in denen nach langer Fixation bekanntlich eine äusserst lästige und hartnäckige Steifigkeit zurückbleibt. Man beachte daher bei den so häufigen Fracturen der untern Radiusepiphyse den erprobten Rath Malgaigne's, die Finger von dem Verbande freizulassen, um mit denselben aktive und passive Bewegungen vornehmen zu können; ausserdem thut man gut, den Verband nicht länger als etwa 3 Wochen liegen zu lassen und an Stelle des inamoviblen Gypsverbandes einen Schienenverband zu wählen, der während der Fracturheilung mehrmals abgenommen wird, um vorsichtige passive Bewegungen mit dem Handgelenke vorzunehmen.

Ungleich schwieriger oder unmöglich ist es dagegen, der Ankylosenbildung bei den Gelenkfracturen vorzubeugen, mögen es rein intraartikuläre oder ins Gelenk penetrirende Fracturen sein, weil hier zu dem Effekt der Immobilisirung noch die Folgen der entzündlichen Processe im Gelenke hinzutreten. Daher erklärt es sich denn auch, dass über die geeigneten prophylaktischen Maassregeln die Ansichten der Chirurgen noch sehr weit auseinander gehen. Auf der einen Seite gilt der Grundsatz, bis zur vollendeten Consolidation eine ununterbrochene absolute Immobilisirung durchzuführen, da letztere am besten die reaktive Entzündung in Schranken zu halten vermag; auf der anderen Seite wird von jedem fixirenden Verbande überhaupt oder wenigstens von einem anhaltend liegen bleibenden Verbande ganz abgesehen und täglich Bewegungen mit dem Gelenke vorgenommen. Dieses letztere Princip ist offenbar irrationell und gefährlich; denn die exakte Immobilisirung der Gelenkfracturen ist schon desshalb unerlässlich, um die Dislokation der Fragmente zu beseitigen, die für sich allein den Gelenkmechanismus für immer aufzuheben vermag, und überdies bekämpft sie am wirksamsten die entzündlichen Vorgänge im Gelenke, welche die Gelenkfunktion weit mehr gefährden als die einfache Ruhigstellung. Vielmehr folgt wohl die grosse Mehrzahl der Chirurgen einem zwischen den beiden Extremen die Mitte haltenden Plane. Abgesehen von einer möglichst genauen Reposition der Fragmente und einer möglichst frühzeitigen Anlegung des Contentivverbandes wird das Gelenk nicht zu lange und namentlich nicht in einer und derselben Stellung im Verbande belassen, sondern der Verband wird während der Heilungsdauer einige Male abgenommen, um mit der Stellung des Gelenkes zu wechseln. Beispielsweise wird bei der Fractur des Olecranon der Verband zuerst bei fast vollständiger Streckung des Ell-

bogengelenkes angelegt, dann allmälig bei stumpfwinkliger und schliesslich fast rechtwinkliger Flexion. Ausserdem darf nicht ausser Acht gelassen werden, bei solchen Gelenkfracturen, bei denen voraussichtlich eine komplete Ankylose nicht zu verhüten ist, letztere in der funktionell günstigsten Stellung herbeizuführen, also beispielsweise im Hüft- und Kniegelenk in gestreckter, im Ellbogengelenk in rechtwinklig flektirter Stellung.

Was nun die Behandlung der nach Abnahme des Fracturverbandes bereits ausgebildeten Gelenksteifigkeit betrifft, so fassen wir zunächst die leichteren Fälle ins Auge, in denen die betreffenden Gelenke selbst keine schwerere Verletzung erlitten haben, sondern vorzugsweise durch die dauernde Ruhigstellung versteift sind. Die zu Grunde liegenden Veränderungen bestehen in Verkürzung der Muskeln und Fascien, der Kapsel und Bänder, welche durch die betreffende Ruhestellung des Gelenkes erschlafft sind, in den höheren Graden in Schrumpfung und Verdickung der Kapsel, Verklebungen und Verwachsungen der Kapseltaschen sowie auch der Sehnen mit ihren Scheiden. Hieraus erklärt sich die auffallende Funktionsstörung der betroffenen Gelenke sowie die grosse Schmerzhaftigkeit bei den geringsten Bewegungen. In diesen Fällen vermag die frühzeitig eingeleitete Behandlung oft in kurzer Zeit die Gelenkfunktion vollständig wieder herzustellen, während ohne ärztliche Hülfe sich das Uebel oft sehr lange hinschleppt. Denn die Kranken vermeiden wegen der grossen Schmerzhaftigkeit ängstlich jede Bewegung des Gelenkes, und nur sehr langsam kehrt mit der allmälig wieder aufgenommenen Muskelthätigkeit die Beweglichkeit zurück. Wenn demnach auch nicht geleugnet werden soll, dass diese „natürliche Mobilisirung“ in den meisten Fällen, namentlich bei Leuten der arbeitenden Klasse, welche ihre Arbeit wieder aufnehmen müssen, nach Wochen und Monaten zum Ziele führt, so lässt sie doch zuweilen bei empfindlichen und energielosen Personen im Stich, während die „künstliche Mobilisirung“ jedenfalls viel Zeit erspart und sichereren Erfolg verspricht.

Die künstliche Mobilisirung besteht wesentlich in der gleichzeitigen Anwendung der Massage und der passiven Bewegungen der Gelenke, und zwar ist auch hier wieder gerade auf die Combination beider Mittel der grösste Werth zu legen. Denn abgesehen davon, dass durch die Massage die verkürzten und rigiden Gewebe wieder dehnbar, geschmeidig und verschieblich gemacht werden, bietet sie noch den grossen Vortheil, dass sie die passiven Bewegungen viel weniger schmerzhaft macht. Diese Bewegungen selbst sind nun aber möglichst schonend, zart und stetig steigernd auszuführen und es kann nicht entschieden genug, wenigstens in frischen Fällen, davor gewarnt werden, durch brüske und forcirte Bewegungen in wenigen Sitzungen die Steifigkeit beheben zu wollen. Denn die gewaltsamen Bewegungsversuche bewirken nothwendig eine Zerrung der geschrumpften und rigiden Kapsel und periartikulären Gewebe, wobei es auch zu fascikulären Einreissungen und Zerreissungen kommt, und die Folge ist eine der Distorsions-Synovitis analoge Entzündung mit blutigem serösem Ergusse, welche die Wiederholung der Manöver auf längere Zeit verbietet, so dass das kaum eroberte Terrain wieder verloren geht.

Zum Beweise hiefür mag an die früher (S. 262) erwähnte Thatsache erinnert werden, die zuerst von Volkmann richtig gedeutet worden ist, dass nämlich nach der Abnahme immobilisirender Verbände im Anschlusse an die ersten Bewegungs- und Gehversuche nicht selten akute Ergüsse in die Gelenkhöhlen auftreten, die sogar zuweilen bei jeder lebhaften Bewegung recidiviren. Ebenso sprechen auch die Reyher'schen Thierexperimente (S. 262) aufs schlagendste gegen die forcirten Bewegungen: an Hunden wurde eine Extremität verschieden lange Zeit eingegypst, nach der Abnahme des Verbandes das Glied frei gelassen und mehrmals täglich passiven Bewegungen bis zur Grenze der normalen Exkursionen unterzogen. Bei der Tödtung der Thiere 3 Tage nach Abnahme des Verbandes fanden sich an den Gelenken um so stärkere traumatische und entzündliche Veränderungen, je länger die Immobilisirung gedauert hatte, nämlich serös-blutiger Erguss, entzündliche Infiltration des periartikulären Gewebes, Ekchymosen der Synovialis, Abreissung der Anlöthungsstellen der Kapsel.

Nur in diesem letzteren Punkte, in dem principiellen Verwerfen aller Versuche, durch rücksichtslose Gewaltanwendung die Gelenksteifigkeit zu beseitigen, stimme ich mit Verneuil überein, der kürzlich in der Pariser Gesellschaft der Chirurgie[1]) seinen Standpunkt hinsichtlich der Immobilisirung und Mobilisirung der Gelenke erörtert hat. Wenn jedoch Verneuil gewiss im Gegensatze zu fast allen übrigen Chirurgen, die er mit dem Namen „Ankylophoben" belegt, die Ansicht vertritt, dass die Immobilisirung allein niemals Ankylose bewirke und daher möglichst lange fortgesetzt werden solle, dass die zurückbleibende Steifigkeit auch ohne alle Behandlung in jedem Falle wieder verschwinde, und dass die künstliche Mobilisirung unnöthig, unwirksam oder schädlich sei — so sind das Uebertreibungen, die seine Collegen in der lange fortgesetzten Diskussion leicht widerlegen konnten.

Zur Unterstützung der angegebenen mechanischen Behandlung werden auch hier mit entschiedenem Vortheil noch die bereits oben erwähnten Mittel verwendet, wie tägliche prolongirte Lokalbäder, hydropathische Einwicklung der Gelenke, kalte Douchen.

Anders verhält es sich bei den schweren Formen der Gelenksteifigkeit und completen Ankylose, wie sie zuweilen nach intra-artikulären Fracturen zurückbleiben. Wenn auch hie und da in frischen Fällen, namentlich im jugendlichen Alter, die eben geschilderte Behandlung nach wochen- und monatelanger consequenter Durchführung schliesslich zum Ziele führt, so hat sie doch in solchen Fällen keine Aussicht auf Erfolg, in denen es sich um fibröse und knorpelige Ankylose, um Bewegungshemmung durch dislocirte Fragmente oder extrakapsuläre Calluswucherungen und Callusbrücken u. dergl. handelt (vgl. §. 150). Hier kann die Resektion des Gelenkes zur Wiederherstellung der beweglichen Funktion erfordert werden, oder man begnügt sich unter Umständen bei winkligen Ankylosen mit der Correktur der Stellung mittelst des Brisement forcé oder der Osteotomie.

Cap. VI.

Die Indikationen zur Amputation und Gelenkresektion bei Knochenbrüchen.

§. 274. Nachdem in den vorhergehenden Capiteln die bei der übergrossen Mehrzahl aller Knochenbrüche einzuschlagende Fracturbehandlung besprochen worden ist, bleibt noch derjenigen Ausnahme-

[1]) Bulletin de la soc. de chirurgie de Paris. T. V. Paris 1879, p. 487.

fälle zu gedenken, in denen von einem Heilungsversuche der Fractur entweder von vornherein oder erst während des Heilungsverlaufes Abstand zu nehmen und an dessen Stelle ein operativer Eingriff zu setzen ist, der entweder den unterhalb der Bruchstelle gelegenen Gliedabschnitt ganz opfert oder nur die fracturirten Gelenkenden selbst eliminirt. Mit anderen Worten, es handelt sich in jenen Ausnahmefällen entweder um die Amputation eventuell Exartikulation des Gliedes oberhalb der Bruchstelle oder um die Resektion des zertrümmerten Gelenkes. Diese Operationen sind primäre, wenn sie gleich in der ersten Zeit vor dem Eintritt der Reaktion ausgeführt werden, intermediäre und secundäre, wenn sie erst später nach vorgängigem Versuche der conservativen Behandlung zur Ausführung gelangen.

Geht man heut zu Tage daran, das Gebiet der conservirenden und beraubenden Therapie abzugrenzen, so genügt ein Blick auf die bis vor Kurzem gültige Grenzscheide beider Gebiete, um den grossartigen Umschwung in unseren Anschauungen und Erfolgen zu erkennen, den wir der Einführung der antiseptischen Wundbehandlung verdanken. Nicht nur ist die Grenze der conservativen Behandlung weit hinausgerückt, sondern auch die Mortalität der Operirten ausserordentlich vermindert worden: während früher die zur Lebenserhaltung unerlässliche Aufopferung des Gliedes selbst mit grosser Lebensgefahr verknüpft war, ist jetzt die Amputation an und für sich fast gefahrlos geworden.

Wir beschränken uns im Folgenden darauf, die wesentlichsten allgemeinen Grundsätze in dieser Frage aufzustellen, da die als Indikationen zur Amputation oder Resektion aufzuführenden Complikationen im nächsten Abschnitte einzeln besprochen werden sollen.

Die Indikationen zur primären Amputation sind theils unbedingte, welche immer und unter allen Umständen Geltung haben, theils bedingte, die je nach Maassgabe gewisser innerer und äusserer Nebenumstände bald in Geltung treten, bald in Wegfall kommen können.

Unbedingt indicirt ist die Absetzung des Gliedes bei allen complicirten Fracturen mit beinahe vollständiger Abquetschung des Gliedes vom Körper, sowie bei den sogenannten Zermalmungsbrüchen (s. §. 90), bei denen eine totale Zertrümmerung der Knochen und Muskeln stattgefunden hat, während die Haut zuweilen ganz ungetrennt geblieben ist. Den Typus für diese Verletzungen bilden die Abquetschungen eines Gliedes durch Maschinen, die Ueberfahrungen durch schwere Wagen, namentlich die Eisenbahnüberfahrungen, im Kriege die Verletzungen durch grobes Geschütz. Solche Verletzungen verdienen, wie Volkmann mit Recht tadelt, eigentlich gar nicht mehr den Namen von complicirten Fracturen, da hier der Knochenbruch die Nebensache ist gegenüber der Weichtheilverletzung und letztere allein die Indication zur Amputation abgibt. Wenn nun aber auch in diesen Fällen zweifellos eine absolute Indication zur Amputation vorliegt, so ist es doch nicht immer leicht, den richtigen Zeitpunkt für ihre Vornahme zu bestimmen, da sehr häufig der Verletzte sich in einem Zustande von tiefem Wund-Shoc oder von grösster Schwäche durch Blutverlust befindet, so dass ein mit neuem Blutverlust verbundener Eingriff erst gewagt werden kann, wenn der Verletzte sich einigermaassen von dem

Shoc erholt hat. Ebenso muss die Operation auch in Fällen von Ohnmacht und Bewusstlosigkeit schon aus dem Grunde hinausgeschoben werden, weil etwaige Complikationen mit inneren Verletzungen erst bei völligem Bewusstsein des Verletzten erkannt werden können, die, falls sie als lethal anzusehen sind, natürlich die Operation überflüssig machen. Nur etwa im Falle einer fortdauernden Blutung, die sich in den zerquetschten Geweben nicht provisorisch stillen lässt, ist auch unter jenen Umständen die sofortige Amputation unerlässlich, deren Gefahren eventuell durch eine gleichzeitige Infusion von Kochsalzlösung (an Stelle der Transfusion) bekämpft werden können.

Unbedingt angezeigt ist die primäre Amputation ferner bei unvermeidlicher Gangrän des Gliedes, namentlich in Folge gleichzeitiger Zerreissung und Zerquetschung der grossen Gefäss- und Nervenstämme auf eine grössere Strecke, sowie endlich bei fortdauernder Blutung aus einem starken Arterienstamme, wenn die Blutstillung in der Wunde nicht möglich und die Continuitätsligatur nicht ausreichend ist.

Dagegen ist die primäre Amputation nur bedingt angezeigt in allen übrigen Fällen, in denen auch nur eine entfernte Möglichkeit der Heilung bei conservativer Behandlung gegeben erscheint. Wir sagen „erscheint“, weil selbstverständlich das Urtheil hierüber oft ausserordentlich schwer oder unmöglich ist und stets von dem subjektiven Ermessen und der Erfahrung des einzelnen Chirurgen abhängt, so dass es immer vorkommen wird, dass selbst der erfahrenste Chirurg den Grad der Verletzung einmal überschätzt oder unterschätzt. Immerhin steht soviel unzweifelhaft fest, dass die Beschaffenheit und die Verletzung der Weichtheile fast ausschliesslich den Maassstab für die Beurtheilung der Schwere der Verletzung darbietet, während die Art und Ausdehnung der Knochenfractur in ihrem Einflusse auf den Verlauf entschieden in den Hintergrund tritt. Ein noch so ausgedehnter Splitterbruch mit geringfügiger Weichtheilverletzung gefährdet also die Erhaltung des Gliedes weit weniger als selbst ein ganz einfacher Bruch mit ausgedehnter Weichtheilquetschung.

Diese Thatsache von eminent praktischer Bedeutung hat Volkmann zuerst überzeugend dargethan, indem er durch Zahlen bewies, dass die Behandlung der complicirten Fracturen der unteren Extremität im Frieden eine bedeutend (um 15 Procent) höhere Mortalität ergeben hat als im Kriege, trotz aller nachtheiligen Umstände, welche der Heilung der Schussfracturen durch die Ungunst der Kriegsverhältnisse entgegenstehen. Und gewiss hat Volkmann Recht, wenn er den wesentlichen Unterschied beider Kategorieen von Verletzungen darin erkennt, dass die Schussfracturen eine geringere Weichtheilverletzung, also einen mehr subcutanen Charakter aufweisen, ein Vortheil, der selbst durch die meist weit ausgedehnte Knochensplitterung nicht aufgewogen wird.

Ferner hängt die Indication zur Amputation auch bei an sich gleichartigen Verletzungen von dem Sitze derselben an diesem oder jenem Gliedabschnitte ab. Denn die Erfahrung lehrt, dass selbst bei ausgedehnteren Zerschmetterungen und Zerreissungen an Hand und Fuss häufig der Versuch der Erhaltung gelingt, während letzterer bei ähnlichen Verletzungen in der Nähe des Rumpfes die grösste Lebensgefahr herbeiführen würde. Aber auch eine gleichwerthige Verletzung der Hand und des Fusses ergibt nicht dieselbe Indikation. Denn während der Verlust der vorderen Partie des Fusses eine relativ geringe Funktionsstörung bewirkt, so dass ein guter Stumpf nach partieller

Fussamputation unter Umständen brauchbarer ist als ein erhaltener, aber verkrüppelter und mit Narben durchsetzter Fuss, so ist der Verlust der Finger geradezu unersetzlich. Man kann desshalb mit der conservativen Behandlung an der oberen Extremität nicht weit genug gehen, zumal sie auch erfolgreicher und mit weniger Gefahren verknüpft ist. Beispielsweise verzichtet man bei schweren Verletzungen der Hand in der Regel darauf, durch eine typische Operation möglichst einfache Wundverhältnisse herbeizuführen, sondern entfernt nur die vollständig zertrümmerten und mortificirten Gewebe, da jedes einzelne Fingerglied und selbst ein missgestalteter Stumpf von grossem Werthe für die Brauchbarkeit der Hand sein kann. Ich habe gerade in den letzten Jahren eine Reihe der schwersten Handverletzungen nach diesen streng conservativen Principien behandelt und über alles Erwarten günstige Erfolge erzielt.

In eminentem Maasse wird nun aber das Gebiet der primären Amputation durch die Leistungsfähigkeit der conservativen Behandlungsmethode, also vor Allem der Wundbehandlungsmethode bedingt: je zuverlässiger und sicherer die Erfolge der letzteren in der Hand des einzelnen Chirurgen sind, um so enger werden für denselben die Grenzen der ersteren eingeschränkt. Den glänzendsten Beweis hiefür hat erst die antiseptische Wundbehandlung geliefert, welche die Erhaltung des Gliedes selbst in solchen Fällen gestattet, in denen früher jeder erfahrene Chirurg die Amputation für unvermeidlich erklärt haben würde. Und jeder Chirurg, der in der vorantiseptischen Zeit seine Laufbahn begonnen hat, wird gerade bei diesen Fällen zeitlebens eine um so grössere Genugthuung empfinden, als ihm aus eigener Anschauung alle die Gefahren dieser schweren Verwundungen sich eingeprägt haben. Denn dieser grossartige Umschwung beruht eben darauf, dass man früher durch die grosse Lebensgefahr von Seiten des Wundverlaufes auch in solchen schweren Fällen zur Amputation gezwungen war, in denen die Lebensfähigkeit des Gliedes durch die Verletzung nicht in Frage gestellt war, wie denn in Wirklichkeit die Mehrzahl der offenen Brüche, namentlich der Splitterbrüche der grossen Röhrenknochen mit grosser Hautwunde oder ausgedehnten Weichtheilquetschungen sowie der offenen Brüche eines grossen Gelenkes der primären Amputation unterzogen werden mussten. Unter dem Schutze der Antiseptik dagegen lässt sich die conservative Behandlung bis zu ihren äussersten Grenzen treiben: *keine offene Fractur an und für sich selbst mit noch so ausgedehnter Splitterung indicirt die primäre Amputation, sondern nur die gleichzeitige irreparable Weichtheilverletzung.* Sobald überhaupt die Möglichkeit der Heilung gegeben ist, wird der Versuch der Erhaltung des Gliedes gemacht, und auch wenn es zweifelhaft erscheint, ob dasselbe noch lebensfähig ist, wartet man die Entscheidung hierüber ab. Kommt es dann zur Gangrän, so wird durch den späteren Termin der Amputation die Gefahr nicht wesentlich erhöht, abgesehen davon, dass die prima intentio häufiger ausbleibt. Mit anderen Worten: *das antiseptische Verfahren gewährt dem Bestreben, das Glied zu erhalten, freien Raum, ohne gleichzeitig das Leben zu gefährden.*

Ist nun auch auf diese Weise das Gebiet der primären Ampu-

tation hinreichend genau begrenzt, so dürfen wir uns doch darüber nicht täuschen, dass man auch in Zukunft noch oft genug aus äusseren Gründen gezwungen sein wird, auf die Regeln der vorantiseptischen Zeit zurückzugreifen. Denn im Kriege wie im Frieden kann es vorkommen, dass die Möglichkeit einer strengen antiseptischen Behandlung ausgeschlossen ist, sei es, dass das antiseptische Verbandmaterial nicht vorhanden oder der behandelnde Arzt nicht im Stande ist, dasselbe zu gebrauchen. Dann ist es sicherlich gerathen, in jenen schweren Fällen die primäre Amputation zu wählen, die im Vergleich zu der grösseren Lebensgefahr bei conservativer Behandlung, sowie bei der intermediären und secundären Amputation entschieden günstigere Chancen gibt.

Endlich verdienen noch die offenen Gelenkbrüche eine besondere Erwähnung. Sie bedingen bei antiseptischer Behandlung — ein weiterer grossartiger Fortschritt — keine grössere Lebensgefahr als die analogen Fracturen in der Continuität der Röhrenknochen und unterliegen daher in der Amputationsfrage durchaus denselben Grundsätzen wie diese. Die primäre Amputation wird also nicht durch die Beschaffenheit der Fractur, sondern nur durch gleichzeitige irreparable Verletzungen der Weichtheile (unvermeidliche Gangrän, ausgedehnte Verletzung der Gefäss- und Nervenstämme, unstillbare Blutung) gefordert. Den Beweis hiefür liefert unsere Statistik der Gelenkfracturen bei conservativer antiseptischer Behandlung (s. o. §. 267), die eine ganze Reihe der schwersten Fälle mit einer ganz geringen Mortalität und äusserst günstigen funktionellen Resultaten aufweist.

Ausserdem tritt aber hier noch die Frage der primären Resektion des Gelenkes auf, die ausschliesslich durch die Beschaffenheit und die Verletzung der knöchernen Gelenkenden bedingt wird. Sie hat im Allgemeinen den Zweck, ungünstige Bruchverhältnisse innerhalb des Gelenkes sofort zu verbessern, und desshalb richtet sich auch ihre technische Ausführung nicht nach einer bestimmten Schablone, sondern ganz allein nach der Beschaffenheit des Bruches. Die typische Total-Resektion soll im Allgemeinen möglichst eingeschränkt und nur dann ausgeführt werden, wenn die Gelenkenden in grösserer Ausdehnung zersplittert und zertrümmert sind, oder wenn nach der Entfernung grösserer oder kleinerer abgesprengter Fragmente die Bruchenden eine für die Wiederherstellung der Funktion ungeeignete Beschaffenheit zeigen. Dagegen finden die atypischen partiellen Gelenkresektionen eine ausgedehnte Anwendung, sobald man hiezu alle beliebig zu variirenden Eingriffe rechnet, durch welche einfachere und für den aseptischen Verlauf günstigere Bruchverhältnisse hergestellt werden sollen. Da in jedem Falle von offener Gelenkfractur schon zum Zwecke der ersten antiseptischen Besorgung der Wunde das Gelenk breit eröffnet wird, so wird man nicht versäumen, lose Splitter aus dem Gelenke zu entfernen und scharfe Bruchränder und Bruchspitzen abzutragen. Von diesen Eingriffen ist aber nur ein Schritt zu den partiellen Resektionen, bei denen gleichfalls Alles, was zu erhalten möglich erscheint, geschont wird und nur diejenigen Knochentheile, die entweder vollständig getrennt sind oder in Folge ihrer Dislokation die Bewegung hemmen und durch Verwachsung mit anliegenden Knochentheilen zur Ankylose führen können, mit möglichster Schonung des

Periostes und der Muskelansätze abgetragen werden. Allerdings stehen sich in dieser Beziehung die Verhältnisse an den einzelnen Gelenken nicht ganz gleich, da man derartige Eingriffe aus funktionellen Rücksichten jedenfalls an den Gelenken der oberen Extremität, deren Beweglichkeit erhalten werden soll, weiter ausdehnt, als an den Gelenken der unteren Extremität, an denen man unter Umständen die Ankylose erstrebt. Die genauere Erörterung dieser Fragen muss dem speciellen Theile dieses Werkes überlassen bleiben.

§. 275. Während die bisher erörterten primären Amputationen bei frischer Verletzung, vor dem Beginne einer örtlichen oder allgemeinen Reaction zur Ausführung kommen, fallen die intermediären Amputationen in die Zeit der ersten heftigen Wundreaktion, etwa vom 2.—5. Tage nach der Verletzung. Nach unserer Statistik (s. §. 265) sind dieselben am häufigsten durch Gangrän eines ganzen Gliedabschnittes oder durch ausgedehnte Hautgangrän indicirt. Es sind das solche Fälle, in denen die Schwere und Ausdehnung der Verletzung anfangs unterschätzt wurde oder aus verschiedenen äusseren Gründen die primäre Amputation nicht vorgenommen werden konnte, sei es, dass der Verletzte durch Blutverlust oder Shoc allzusehr geschwächt war, sei es, dass er seine Einwilligung zur Amputation anfangs verweigert hatte, sei es, dass nicht früher die geeignete ärztliche Hülfe zur Hand war. Bei sicherer Gangrän ist natürlich unter allen Umständen möglichst schleunige Amputation im Bereiche des gesunden Gewebes nothwendig, um der Aufnahme der Fäulnissprodukte in die Cirkulation und somit der Septicämie vorzubeugen. Ausserdem wird die intermediäre Amputation zuweilen durch Nachblutungen, die nicht anders zu stillen sind, indicirt, sowie durch akute septische Processe, welche durch den raschen und massenhaften Zerfall der mortificirten Gewebe entstehen, wie die progredienten jauchigen und brandigen Phlegmonen und deren schwerste Form, das akut-purulente Oedem Pirogoff's. Die Chancen der Operation hängen dann davon ab, ob es noch möglich ist, in gesundem Gewebe die Abtrennung vorzunehmen und ob schon septische Allgemeininfektion eingetreten und weiter vorgeschritten ist. Im Allgemeinen sind jedoch die Resultate der intermediären Amputation, welche früher äusserst schlecht waren, durch die Antiseptik gleichfalls bedeutend verbessert worden.

Die secundären Amputationen fallen in die Zeit der vollen Eiterung und des sogenannten Eiterungsfiebers, etwa vom Beginne der zweiten Woche an. Da die angegebenen charakteristischen Erscheinungen dieses Stadiums bei erfolgreicher antiseptischer Behandlung gar nicht oder nicht in gefährlichem Grade auftreten, so beziehen sich auch die hier anzuführenden Indikationen zur Amputation vorzugsweise auf solche Fälle, in denen jenes Verfahren entweder erfolglos oder nicht rechtzeitig angewandt worden ist. So kann die secundäre Amputation nothwendig werden bei ausgedehnter und erschöpfender Bruchspalteneiterung mit Bruchendennekrose, beständig sich wiederholenden oder progredienten Phlegmonen und Eitersenkungen, falls die Kräfte des Kranken durch Eiterung und Fieber consumirt werden. Ferner ist eine ziemlich häufige Indikation die Vereiterung oder Verjauchung eines grossen Gelenkes mit ungenügendem Abfluss des Eiters, hohem

Fieber und heftigen Schmerzen, vorausgesetzt dass die secundäre Resection des Gelenkes nicht ausführbar ist, wie z. B. bei höherem Alter und grosser Schwäche des Kranken, ausgedehnter Splitterung und Nekrose der Gelenkenden, bei ungünstigem Zustande der Weichtheile, theils in Folge der Verletzung, theils in Folge vielfacher Unterminirungen und Perforationen durch Abscedirungen. Ferner geben Anlass zur secundären Amputation oder Exartikulation das Auftreten einer diffusen Osteomyelitis und Periostitis bei stark eiternder oder jauchender Bruchstelle, schwere Nachblutungen aus einem grösseren Arterienstamme, welche durch die Vereiterung von Thromben und ulceröse oder gangränöse Perforation der Arterienwand herbeigeführt werden, sowie endlich das Auftreten gewisser accidenteller Wundkrankheiten, des Hospitalbrandes, des Tetanus und namentlich der Septicämie und Pyämie, deren tödtlicher Verlauf hie und da durch schleunige totale Entfernung des Infectionsheerdes abgewendet werden kann. Diese letztere Indicatiou wird zwar von manchen Chirurgen verworfen, da die Amputation nach dem Ausbruche der Septicämie und Pyämie nichts mehr nütze, dagegen halte ich mit Schede[1]) diesen letzten Versuch der Lebensrettung für eine unabweisbare Pflicht des Chirurgen, sobald die Möglichkeit gegeben ist, durch die Amputation den Infektionsheerd vollständig zu entfernen. Ich habe selbst in zwei Fällen von manifester Pyämie die Kranken nach der Amputation genesen sehen.

§. 276. Die intermediäre Gelenkresektion wird ausgeführt, wenn die primäre Resektion in den für dieselbe geeigneten Fällen aus äusseren Gründen versäumt wurde. Sie fällt in die Zeit der ersten entzündlichen Reaktion, also in diejenige Periode des Wundverlaufes, die seit jeher als besonders ungünstig zur Vornahme grösserer Operationen sich erwiesen hat. Allein die Einführung der Antiseptik hat auch hier Wandel geschafft, indem sie frühzeitig angewendet die reaktive Entzündung entweder ganz verhütet oder wenigstens in den engsten Schranken hält. Im ersteren Falle kann die nachträgliche Resektion sogar noch im Verlaufe der zweiten Woche als primäre gelten, da sie eben in nicht entzündeten Geweben vorgenommen wird. Im anderen Falle, bei mässiger entzündlicher Reaktion unter dem Schutze der Antiseptik, ist die intermediäre Resektion um so mehr angezeigt, als sie neben ihrem funktionellen Zwecke günstige Verhältnisse für den aseptischen Verlauf schafft, eine gründliche Desinfektion und völlig freien Sekretabfluss begünstigt.

Anders liegen die Verhältnisse für die intermediäre Resektion dann, wenn die Gelenkverletzung bisher nicht antiseptisch behandelt worden war, wenn die Weichtheile schon infiltrirt und die mortificirten Gewebe bereits in Zersetzung begriffen sind. Geben schon die Amputationen in diesem Stadium die schlechtesten Resultate, bei denen doch jedenfalls der grösste Theil des infiltrirten Gliedabschnittes entfernt wird, so fällt bei den Resektionen das Operationsgebiet inmitten der am meisten infiltrirten Gewebe, wodurch frische Wundflächen mit den Zersetzungsprodukten in Contakt gebracht werden. Desshalb wurden diese Operationen früher meist verworfen und an deren Stelle ent-

[1]) Handb. der Chirurgie v. Pitha-Billroth. II. Bd. II. Abth. 2. Hälfte. S. 32.

weder die intermediäre Amputation oder das Abwarten der Eiterungsperiode behufs Vornahme der secundären Resektion vorgezogen. Jetzt fallen dagegen jene Bedenken grösstentheils hinweg, da es bei energischer Anwendung der antiseptischen Hülfsmittel oft genug gelingt, auch bei bereits septischen Wunden einen annähernd aseptischen Verlauf zu erzwingen. Zu diesen Hülfsmitteln, die wir früher (§. 257) bei der Behandlung der complicirten Fracturen mit bereits septisch inficirten Wunden besprochen haben, tritt hier noch die Resektion als wirksamstes hinzu, um das Gelenk der Drainage und energischen Desinfection, eventuell auch der permanenten Irrigation zugänglich zu machen.

Die secundäre Gelenkresektion findet Statt nach eingetretener Vereiterung des Gelenkes, falls deren vitale und funktionelle Gefahren die conservative Behandlung aufzugeben zwingen. Ist die Abtragung der Gelenkenden zuweilen schon aus dem Grunde unerlässlich, um dem Eiter freien Abfluss zu verschaffen, so ist dieselbe um so dringender, wenn sich der Knorpel abgestossen hat und die Spongiosa mit Eiter und Jauche infiltrirt ist. Jedoch concurrirt hier die Resektion häufig mit der Amputation und ist letzterer nur dann vorzuziehen, wenn der Kräftezustand des Kranken in Anbetracht der längeren Heilungsdauer ein hinreichend guter ist, wenn die Verletzung der Gelenkenden und ihre Betheiligung an der Entzündung und Eiterung keine allzu grosse Ausdehung aufweist und der Zustand der periartikulären Weichtheile ein günstiger ist.

§. 277. Mit Rücksicht auf die in den vorstehenden Paragraphen aufgestellten Grundsätze für die Vornahme von Amputationen und Gelenkresektionen bei complicirten Fracturen ist es von Interesse, sich zu vergegenwärtigen, wie sich diese Verhältnisse seit Einführung der Antiseptik thatsächlich gestaltet haben. In dieser Hinsicht ergeben sich aus unserer oben (§. 264) gegebenen Statistik, der wir noch weitere neunzig von Wagner[1]) neuerdings veröffentlichte Fälle hinzufügen, folgende Resultate, wobei die Zahl der primär Amputirten, die in jener Statistik ausgeschlossen sind, fehlen.

Unter insgesammt 344 Fällen von complicirten Fracturen der langen Röhrenknochen sind 305 (88 Procent) conservativ durchbehandelt, 10 primär resecirt und 30 intermediär und secundär amputirt und resecirt worden.

Fassen wir jedoch, um die Leistungsfähigkeit der antiseptischen Behandlung genauer zu prüfen, nur diejenigen Fälle näher ins Auge, welche innerhalb der ersten 24 Stunden in diese Behandlung traten, so ergeben sich folgende Zahlen.

Unter 304 Fällen sind 272 (89 Procent) conservativ durchbehandelt und 10 primär resecirt worden. Diesen stehen 16 Fälle von intermediärer und secundärer Amputation gegenüber (5 Procent), welche 11mal durch Gangrän, 2mal durch Gelenkeiterung und je 1mal durch Blutung, lokale Sepsis und akut-purulentes Oedem indicirt war. Von diesen 16 Amputationen endeten 4 tödtlich, darunter 2 einseitige und 1 doppelseitige Oberschenkelamputation. Ausserdem wurden 6 secundäre Gelenkresectionen ausgeführt, sämmtlich mit Ausgang in Heilung.

Sollen wir schliesslich noch eine Parallele bezüglich dieser Verhältnisse bei antiseptischer und nichtantiseptischer Behandlung ziehen, so liefert die Statistik der Züricher Klinik[2]) aus drei verschiedenen

---

[1]) Zeitschrift für Heilkunde. III. S. 485.

[2]) Bach, Beiträge zur Therapie der offenen Knochenbrüche. Inaug.-Diss. Zürich 1884.

Perioden einen schlagenden Beweis dafür, wie sehr das numerische Verhältnis der conservativ und mit Amputation behandelten offenen Fracturen von der Wundbehandlungsmethode abhängt.

Während der 1. Periode unter Leitung der Klinik durch Billroth (1860 bis 1867) wurden 22 Procent der Fälle primär und 20 secundär amputirt, also insgesammt 42 Procent.

Während der 2. Periode unter Rose (1867/71) wurden bei offener Wundbehandlung 29 Procent der Fälle primär und secundär amputirt.

Während der 3. Periode unter Krönlein (1881/84) betrug bei antiseptischer Behandlung die Anzahl der Amputationen 17 Procent, welche sämmtlich als primäre ausgeführt wurden.

Siebenter Abschnitt.

Die üblen Zufälle und Folgezustände der Knochenbrüche und deren Behandlung.

§. 278. Die Abweichungen von dem gewöhnlichen Heilungsverlaufe der Knochenbrüche, wie er in den vorstehenden Abschnitten geschildert worden ist, stellen sich entweder unter der Form übler Zufälle während des Verlaufes oder unter der Form übler Folgezustände nach abgelaufener Heilung dar.

Die üblen Zufälle bestehen theils in solchen Complikationen, welche gleichzeitig mit der Fractur entstehen, theils in solchen, welche erst kürzere oder längere Zeit nachher hinzutreten. Bezüglich der ersteren ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass sie nicht sofort, sondern erst nachträglich in die Erscheinung treten oder wenigstens wahrgenommen werden. Wir werden von diesen Complikationen nur diejenigen eingehender erörtern, welche mit der Fractur selbst in direktem Zusammenhange stehen, also gewissermaassen specifischer Art sind.

Die üblen Folgezustände der Knochenbrüche beruhen entweder auf einer fehlerhaften Art der Fracturheilung oder auf dem völligen Ausbleiben der knöchernen Consolidation.

Wir betrachten im Folgenden die üblen Zufälle und Folgezustände der Knochenbrüche in nachstehender Reihenfolge:

1) Verletzung und Compression der Blutgefässe und deren Folgen.
2) Verletzung und Compression der Nervenstämme und deren Folgen.
3) Fettembolie.
4) Anderweitige accidentelle Störungen des Heilungsverlaufes.
5) Fehlerhaftes Verhalten des Callus.
6) Difforme Vereinigung der Bruchenden.
7) Verzögerung und Ausbleiben der Consolidation.

Cap. I.

Verletzung und Compression der Blutgefässe und deren Folgen.

Die Complikation der Knochenbrüche mit Verletzungen der grossen Blutgefässe ist jedenfalls eine recht seltene, zumal wenn man die nahen räumlichen Beziehungen mancher Knochen zu den Hauptgefässstämmen der betreffenden Glieder, sowie andererseits die oft ausserordentliche Heftigkeit der fracturirenden Gewalten in Betracht zieht. Eine auch nur annähernde Berechnung der Häufigkeit dieser Complikation ist jedoch zur Zeit noch unmöglich; denn abgesehen davon, dass bisher noch keine Zusammenstellung des Beobachtungsmateriales vorliegt, hat überhaupt dieser Gegenstand noch so wenig Beachtung gefunden, dass in den meisten Mittheilungen derartiger Fälle keinerlei Angaben über den Sitz und die Art der Gefässverletzung enthalten sind.

Es kann sich desshalb in den nachstehenden Ausführungen auch nur um einen ersten Versuch handeln, eine zusammenfassende Darstellung der Gefässverletzungen bei Knochenbrüchen und ihrer Folgen zu geben, die sich auf eine möglichst vollständige Verwerthung der zerstreuten Casuistik stützt. Hiebei sind, wie in dem ganzen Werke, alle auf Schussfracturen bezüglichen Beobachtungen ausser Acht gelassen.

§. 279. Gehen wir zuerst auf die Verletzungen der Arterienstämme bei Fracturen näher ein, so sehen wir natürlich ganz ab von den schwersten Formen der letzteren, den Zermalmungen der Glieder durch Ueberfahrung, Maschinengewalt u. s. f., welche unzweifelhaft der primären Amputation anheimfallen und überhaupt nicht mehr den Namen von Knochenbrüchen verdienen. Um vielmehr ein zutreffendes Bild dieser Arterienverletzungen, insbesondere bezüglich des Sitzes und der verschiedenen Arten derselben zu gewinnen, legen wir den folgenden Angaben die in den §§. 282—296 gesammelte Casuistik solcher Arterienverletzungen zu Grunde, welche nachträglich zur Entwicklung von Blutgeschwülsten, zu Blutungen und Gangrän des Gliedes geführt haben.

Die Gesammtzahl dieser Beobachtungen beträgt 87: von denselben betreffen 63 subcutane, 24 offene Fracturen. Bezüglich des Alters der Verletzten, das mit Rücksicht auf den zu Arterienverletzungen disponirenden atheromatösen Process von Wichtigkeit ist, ergibt sich, dass unter 65 Verletzten, deren Alter bekannt ist, 39 unter 40 Jahren standen, 17 im Alter von 40—60, 9 im Alter von 60 bis 80 Jahren. Der Nachweis einer atheromatösen Degeneration der verletzten Arterie ist nur 3mal notirt.

Weitaus am häufigsten sind die Fracturen der unteren Extremität mit Arterienverletzungen complicirt. Denn von jenen 87 Fällen kommen 68 auf die unteren, 19 auf die oberen Gliedmaassen. Diese Thatsache steht wohl damit im Zusammenhang, dass überhaupt an der unteren Extremität, insbesondere am Unterschenkel, schwere Knochenbrüche mit ausgedehnter Splitterung und Weichtheilverletzung vorwiegend häufig vorkommen, sowie dass speciell am Unter-

schenkel die Arterienstämme in mehrfacher Anzahl vorhanden sind und in nächster Nähe der Knochen verlaufen.

Im Einzelnen kommen auf die Arterien des Unterschenkels 37 Fälle, nämlich 21 auf die Art. tibialis ant., 13 auf die Art. tibialis post., 2 auf die Art. peronea und 1 Fall auf die Art. nutritia tibiae.

In zweiter Linie folgen die Verletzungen der Art. femoralis und poplitea, im Ganzen 29 Fälle, wobei der Stamm der Arterie im unteren Drittheil des Oberschenkels und in der Kniekehle 24mal, in den oberen zwei Drittheilen des Oberschenkels nur 4mal betroffen ist.

In dritter Linie folgen die Verletzungen der Art. axillaris und brachialis, von denen auf die erstere 8, auf die letztere 9 Fälle kommen.

Endlich reiht sich noch je ein einzelner Fall von Verletzung der Art. subclavia und ischiadica bei Fracturen der Rippen und des Beckens an.

Von grossem Interesse ist ferner die verschiedene Art der Verletzung, welche die Arterien bei Brüchen der benachbarten Knochen erleiden. Unsere Casuistik liefert wohl eine ziemlich erschöpfende Uebersicht über alle hiebei in Betracht kommenden Möglichkeiten, da sich 67 genauer mitgetheilte Beobachtungen in dieser Richtung verwerthen lassen.

1) Zunächst ereignet sich ziemlich häufig eine vollständige Continuitätstrennung des Arterienstammes: bald wird derselbe von der fracturirenden Gewalt selbst durchtrennt, welche entweder bis auf die Arterie eindringt oder letztere durch Andrücken gegen den Knochen zerquetscht; bald ist es ein dislocirtes Bruchende oder ein Bruchsplitter, welcher die Arterie mit einer scharfen Kante durchschneidet oder durch gewaltsame Spannung zerreisst. Ausserdem kann es vorkommen, dass ein Arterienstamm, wie beispielsweise die Art. tibialis ant., fern von der Fracturstelle da, wo derselbe durch einen Fascien- oder Aponeurosenschlitz hindurchtritt, durch gewaltsame Zerrung zerrissen wird. Demgemäss finden sich in solchen Fällen die Arterienenden entweder wie mit dem Messer scharf durchschnitten oder zerfetzt und zerquetscht oder, wie nach der Zerreissung, die äussere Arterienhaut ausgezogen, die beiden inneren quer und scharf durchtrennt.

Im Ganzen liegen unter unseren 67 Fällen 24 vollständige Continuitätstrennungen vor, welche zur Hälfte bei indirekten Fracturen allein durch einen scharfen Bruchrand (Art. poplitea, tibialis ant. und peronea je 2mal, Art. axillaris, brachialis, tibialis post. je 1mal) oder durch einen dislocirten Bruchsplitter (Art. tibialis post. und ischiadica je 1mal) bewirkt, zur anderen Hälfte bei direkten Fracturen wahrscheinlich durch die äussere Gewalt selbst hervorgebracht worden sind.

2) Nicht minder häufig sind die partiellen Continuitätstrennungen, nämlich die seitlichen Arterienverletzungen und unvollständigen Durchtrennungen, welche bekanntlich, mit Ausnahme feiner Stichwunden, noch ungünstigere Verhältnisse für die spontane Blutstillung darbieten, weil die Oeffnung im Arterienrohre durch die Elasticität der Wandung klaffend erhalten wird.

Hieher gehören im Ganzen 26 Beobachtungen: in der Mehrzahl derselben (17 Fälle) ist die Verletzung ausschliesslich durch den gebrochenen Knochen selbst erfolgt, indem die Arterie entweder durch ein spitzes Bruchende oder einen Splitter angestochen oder durch einen scharfen Bruchrand angerissen worden ist (Art. femoralis und popliteta 8mal, tibialis ant. 4mal, tibialis post., axillaris und brachialis je 2mal, subclavia 1mal). In den übrigen Fällen ist die Entstehung theils unbekannt, theils mit Sicherheit auf die Einwirkung der äusseren Gewalt zurückzuführen.

3) Ausser diesen Continuitätstrennungen kommt nicht selten eine heftige Contusion des Arterienrohres zu Stande, und zwar meist bei

direkten Fracturen, namentlich durch Ueberfahrung, wobei die Arterie durch die äussere Gewalt gegen den benachbarten Knochen angepresst wird. Hiebei tritt gewöhnlich eine cirkuläre Ruptur der beiden inneren Arterienhäute ein, während die äussere in ihrer Continuität erhalten bleibt. Die Folge ist dann meist eine Thrombose der gequetschten Stelle des Gefässes.

Unter unseren Beobachtungen finden sich 7 derartige Beispiele bei Fracturen des Oberarmes und Oberschenkels, welche in der Mehrzahl durch Ueberfahrung entstanden sind; in 3 Fällen war die Art. brachialis, in den 4 anderen die Art. femoralis und poplitea gequetscht und thrombosirt. Mehrmals findet sich in diesen Beobachtungen ausdrücklich die Ruptur der beiden inneren Arterienhäute beschrieben, welche zugleich eine Strecke weit abgelöst und in das Arterienlumen dislocirt sich vorfanden (s. u. §. 294 die Beobachtungen von Chuquet, Rivington und Jüngst).

4) Endlich kommt es vor, dass durch dislocirte Bruchenden oder Splitter eine Compression oder Einklemmung der benachbarten Arterie bewirkt wird, und zwar bis zu dem Grade, dass die Cirkulation ganz unterbrochen wird und Thrombose des Gefässes folgt.

Hieher gehören 11 Fälle: durch ein dislocirtes Bruchende ist 5mal die Art. poplitea, 1mal die Art. brachialis und tibialis ant. comprimirt und thrombosirt worden, desgleichen durch einen Splitter 2mal die Art. tibialis ant. Einklemmung zwischen den Bruchenden der Tibia ist 1mal an der Art. tibialis ant. beobachtet worden.

§. 280. Noch weit seltener als die Verletzungen der Arterienstämme scheinen die der grösseren Venenstämme bei Fracturen vorzukommen oder wenigstens in die Erscheinung zu treten, da die Casuistik derselben eine äusserst spärliche ist. In den oben angeführten Beobachtungen von Arterienverletzungen geschieht der gleichzeitigen Läsion der benachbarten Venenstämme fast niemals Erwähnung, nur in den Fällen von Zerreissung und Compression der Art. poplitea ist meist auch die gleichartige Verletzung der Vene notirt.

Von isolirten Verletzungen der grossen Venen ohne solche der gleichnamigen Arterien, welche durch die anatomische Untersuchung sichergestellt sind, sind mir blos die 6 nachstehenden Beobachtungen bekannt: 3 Fälle betreffen Fracturen des Schlüsselbeins mit Verletzung der V. subclavia und jugularis int. durch die Fragmente, im 4. Fall handelt es sich um Absprengung der oberen Epiphyse des Humerus mit Eröffnung der V. axillaris, im 5. und 6. Fall um Fracturen des Oberschenkels mit Verletzung der V. femoralis und poplitea.

Beobachtung von Manoury[1]). Schrägbruch des mittleren Theiles des Schlüsselbeines durch Fall auf die Schulter bei einem 59jährigen Manne; sofort enorme Anschwellung mit schwacher Pulsation und einem anhaltenden, isochron mit dem Puls verstärkten Blasegeräusch. Wegen der zunehmenden Spannung der Geschwulst und Lähmung des Armes wurde am 2. Tage oberhalb des Schlüsselbeins incidirt, worauf sofort eine enorme Blutung und Lufteintritt in das centrale Ende der zerrissenen V. subclavia erfolgte, welche den plötzlichen Tod zur Folge hatte. Bei der Sektion fand sich die V. subclavia beinahe ganz durchtrennt, so dass die auseinander gewichenen Enden nur noch durch eine dünne Brücke zusammenhingen. Art. subclavia intakt, Plex. brachialis blutig infiltrirt.

Beobachtung von Erichsen[2]). Splitterbruch in der Mitte des Schlüsselbeins bei einem 20jährigen Manne. Am 3. Tage beginnende Gangrän des Armes, welche die Exartikulation im Schultergelenk erforderte. Bei der Untersuchung

[1]) Progrès méd. 1882. p. 302.
[2]) Brit. med. Journ. June 7. 1873.

fand sich die V. subclavia durch ein 1½ Zoll langes Fragment der Clavicula comprimirt und thrombosirt.

Beobachtung von Ogle[1]). Ein 23jähriger Mann hatte durch Auffallen eines Baumes eine Fractur beider Schlüsselbeine und des Brustbeines erlitten, welche den sofortigen Tod im Gefolge hatte. Bei der Sektion fand sich an der rechten V. jugularis int. eine erbsengrosse Perforationsöffnung, welche durch einen dislocirten Splitter der Clavicula bewirkt worden war; dabei enormer Blutaustritt am Halse, an der Brust und im Mediastinum.

Beobachtung von Fraser[2]). Bei einem 13jährigen Knaben war durch Fall von einer Leiter angeblich eine Fractur des Caput humeri, richtiger eine Absprengung der oberen Epiphyse mit Hautwunde und Verletzung der V. axillaris entstanden, während die Arterie und der Plexus unversehrt geblieben waren. Wegen starker Blutung wurde die Ligatur der Vene ober- und unterhalb der Perforationsöffnung vorgenommen und Heilung erzielt.

Beobachtung von Syme[3]). Bei einem Manne mit einer subcutanen Splitterfractur des Oberschenkels wurde wegen unerträglicher Schmerzen, starker Anschwellung des Gliedes und Durchstechung der Kniekehle durch ein Bruchende die Amputation vorgenommen. Bei der Untersuchung zeigte sich durch Druck eines dislocirten spitzen Fragmentes die V. poplitea obliterirt und der N. popliteus verletzt.

Beobachtung von Roux[4]). Bei einer complicirten Fractur des Oberschenkels bestand eine Verletzung der V. femoralis mit einer enormen Blutansammlung. Nach Eröffnung und Tamponade der theils mit flüssigem, theils geronnenem Blute gefüllten Höhle stand die Blutung.

Trotz dieses spärlichen casuistischen Materiales unterliegt es keinem Zweifel, dass Verletzungen wenigstens der kleineren Venenstämme nicht so gar selten sind, wenn sie auch meist weniger deutlich in die Erscheinung treten. Namentlich bei den Fracturen des Unterschenkels sind in Anbetracht der zahlreichen und in nächster Nähe der Knochen verlaufenden Venenstämme die Verletzungen derselben gewiss recht häufig. Hiefür sprechen auch die nicht seltenen Fälle von Venenthrombose, die gerade nach Fracturen des Unterschenkels besonders häufig vorkommen und meist auf eine Verletzung und Compression der Venen zurückzuführen sind. Wir werden diese Complikation später (§. 296—306) gesondert besprechen.

§. 281. Als unmittelbare Folgen der Gefässverletzungen bei Fracturen sind folgende Complikationen beobachtet worden, welche wir der Reihe nach besprechen werden:

1) Ausgedehnte Blutextravasate.
2) Blutgeschwülste (falsche traumatische Aneurysmen).
3) Blutung.
4) Gangrän.
5) Venenthrombose und Embolie.

1) Ausgedehnte Blutextravasate.

§. 282. Es ist früher (§. 99) gezeigt worden, dass bei jedem Knochenbruch ein mehr oder weniger reichliches Blutextravasat in der Bruchspalte und deren nächster Umgebung vorhanden ist, das aus den zerrissenen kleinen Gefässen des Knochens und Knochenmarkes, sowie

---

[1]) Ibid. July 26. 1873.
[2]) Lancet. July 8. 1848. p. 35.
[3]) Lancet. 1883. I. p. 174.
[4]) Roux, Quarante années de pratique chirurg. T. II. 1855. p. 316.

des Periostes und angrenzenden Bindegewebes stammt. Sehr häufig ist nun aber der Bluterguss sehr reichlich und ausgedehnt, und zwar nicht blos bei direkten Fracturen, die mit einer bedeutenden Quetschung der Weichtheile verbunden sind, sondern hie und da auch bei indirekten Fracturen, bei denen durch die dislocirten Bruchenden die umgebenden Weichtheile stark zerrissen wurden. Die Quelle der Blutung sind hier, ausser den Gefässen des Knochens und Periostes, sowie einer Anzahl grösserer, theils oberflächlicher theils tiefer Venen, vorzugsweise die Gefässe der zerissenen Muskeln; daher pflegt auch der Bluterguss bei den Fracturen der Diaphysen, denen die gefässreichen Muskelbäuche anliegen, stärker zu sein, als bei den Fracturen der Gelenkenden, welche von den blutarmen, sehnigen Muskelenden umgeben sind.

Die Blutextravasate von ungewöhnlichem Umfange haben ihren Sitz theils oberhalb, theils unterhalb der Fascien. Die tiefen Blutergüsse bilden theils grössere Blutherde um die Bruchstelle herum und zwischen den unterwühlten Muskeln, theils breiten sie sich in Form einer diffusen Infiltration in den Zellgewebsräumen, besonders den Muskelinterstitien, oft in weiter Strecke aus. Die oberflächlichen Blutergüsse im Unterhautzellgewebe, welche durch gewaltsame Verschiebung und Ablösung der Haut und die hiebei stattfindende Zerreissung der Hautvenen zu Stande kommen, dehnen sich zuweilen über den ganzen Umfang und selbst über die ganze Länge eines Gliedabschnittes aus oder bilden auch eine umschriebene sackartige Ansammlung in Form einer flachen fluktuirenden Geschwulst.

§. 283. Für die Bedeutung und Behandlung ausgedehnter Blutergüsse ist der subcutane oder offene Charakter der Verletzung entscheidend.

Bei den subcutanen Fracturen vollzieht sich fast immer die spontane Resorption des Extravasates während der Heilung der Fractur, wenn auch allerdings nicht selten verfärbte Sugillationen noch nachträglich sichtbar sind, und hie und da derbe Knoten von ausgeschiedenen Fibringerinnseln zurückbleiben. Nur darin pflegt die Menge des vorhandenen Extravasates einen Einfluss auf den Verlauf auszuüben, dass die allgemeine Reaktion nach der Verletzung um so intensiver auftritt, je reichlicher der Bluterguss ist. Denn wie ich mich durch die klinische Beobachtung überzeugen konnte [1]), tritt zwar fast bei allen subcutanen Fracturen eine fieberhafte Steigerung der Körpertemperatur ein, jedoch steht die Intensität derselben nicht blos im Verhältniss zu der Grösse des gebrochenen Knochens, sondern auch zu der Menge des Blutextravasates (s. o. §. 165).

Für die grosse Mehrzahl der Fälle ist es desshalb auch gerathen, das Extravasat der spontanen Resorption zu überlassen und die gewöhnliche Fracturbehandlung mit einem gleichmässig und leicht comprimirenden erhärtenden Verbande einzuleiten. Nur in solchen Fällen, in denen ein sehr umfangreicher und stark gespannter Bluterguss vorhanden ist, muss natürlich jeder äussere Druck vermieden werden, der

---

[1]) Grundler, Einige Beobachtungen über das Verhalten der Körpertemperatur bei subcutanen Fracturen. Beiträge zur klin. Chirurgie. Herausgeg. von P. Bruns. I. Bd. S. 225.

eine Hautgangrän bewirken könnte, und man begnügt sich daher an Stelle eines inamoviblen Verbandes mit einer einfachen sicheren Lagerung des Gliedes, damit dasselbe der Besichtigung beständig frei zugängig ist. Eine künstliche Entleerung des Blutergusses durch Punktion oder Incision, natürlich unter streng antiseptischen Cautelen, ist nur dann gestattet, wenn eine Perforation der Haut unmittelbar bevorsteht, sowie in den äusserst seltenen Fällen, in denen nach der Heilung der Fractur noch ein flüssiges abgesacktes Extravasat zurückgeblieben ist, das sich nicht resorbirt. Selbstverständlich ist überdiess die Eröffnung auch dann unbedingt nothwendig, sobald das Extravasat vereitert, also der Blutherd sich in einen Abscess verwandelt.

Weit schwerer ist die Bedeutung ausgedehnter Blutergüsse bei den offenen Fracturen. Denn da es bekanntlich kaum ein zersetzungsfähigeres Material bei offenen Verletzungen gibt als gerade die Blutextravasate, so bilden die Blutherde und Blutinfiltrationen den geeignetsten Boden nicht blos für die Entwicklung akuter progredienter Sepsis, sondern auch für die Phlegmonen, Eitersenkungen und Abscessbildungen, welche unter der Haut, zwischen den Muskeln und um die Knochen herum sich entwickeln und so häufig den tödtlichen Ausgang an Septicämie und Pyämie im Gefolge haben. Daher besteht denn auch die Hauptaufgabe bei der ersten Besorgung einer solchen offenen Fractur darin, die Blutherde zu eröffnen und das ergossene Blut aus allen Buchten und Nischen auszuräumen und ebenso die mit Blut infiltrirten Zellgewebsräume durch ausgiebige Schnitte bis an die Grenzen des Infiltrates freizulegen und auszuwaschen — „man duldet nicht die Spur eines Coagulums“ (Volkmann). Hiezu sind allerdings zuweilen recht eingreifende und mühsame Operationen erforderlich, wenn das Extravasat sich über einen ganzen Gliedabschnitt und noch weiter ausdehnt; ja es kann sogar bei manchen Fracturen des Oberschenkels, bei denen der Bluterguss bis ans Becken reicht, die Entfernung desselben unüberwindliche Schwierigkeiten machen.

Als Beispiel dafür, wie weit man mit jenen Ausräumungsschnitten gehen kann, und welch günstiger Erfolg durch dieselben zu erzielen ist, möge der folgende Fall von complicirter Unterschenkelfractur mit äusserst umfangreichem Blutextravasat dienen, den ich kürzlich in Behandlung hatte.

Ein 40jähriger Fuhrmann war von einem beladenen Wagen überfahren worden, indem ihm zwei Räder über das rechte Bein gegangen waren. Nach langem Transport wurde der Verletzte am Abend des folgenden Tages in die Klinik aufgenommen und daselbst ein offener Splitterbruch an der Grenze des oberen und mittleren Drittheils des Unterschenkels mit kleiner Hautwunde und enormer Anschwellung durch Blutextravasat constatirt; letzteres erstreckte sich von der Mitte des Oberschenkels bis in die Nähe der Knöchel und hatte seinen Sitz theils unter der Haut, theils zwischen den zerquetschten und zerfetzten Muskeln der Wade. Sofort wurden alle Blutmassen am Ober- und Unterschenkel mittelst 10 Incisionen, die bis zu 20 cm Länge besassen, sorgfältig entfernt, zerfetzte Muskelpartieen abgeschnitten und zahlreiche Drains eingeführt, von denen eines durch die ganze Dicke des oberen Endes des Unterschenkels von vorne nach hinten durchgezogen wurde. Schliesslich ein voluminöser Sublimat-Holzwolleverband mit starker Bindencompression. — Fieberloser aseptischer Verlauf. Erster Verbandwechsel nach 3 Wochen: primäre Heilung fast sämmtlicher Incisionswunden; nur im Bereiche der Quetschwunde umschriebene Gewebsnekrose. Consolidation nach 10 Wochen; vollständige Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit.

2) Blutgeschwülste.
(Falsche traumatische Aneurysmen.)

§. 284. Die Verletzung eines Gefässstammes — falls die Gefässwunde nicht sofort und dauernd durch einen Thrombus geschlossen wird — hat in denjenigen Fällen die Entwicklung einer Blutgeschwulst zur Folge, in denen keine oder nur eine allzu enge Hautwunde vorhanden ist, um das Ausströmen des Blutes nach aussen zu gestatten. Diese Complikation betrifft also am häufigsten subcutane Fracturen und solche mit kleiner Hautwunde, die mit der Gefässwunde nicht parallel ist.

Die Quelle des Blutergusses ist nur äusserst selten ein grosser Venenstamm. Denn unter den spärlichen Beobachtungen von isolirten Venenverletzungen bei Fracturen, die §. 280 gesammelt werden konnten, finden sich nur 3 Fälle von venösen Hämatomen nach Verletzungen der V. subclavia, jugularis int. und femoralis.

Viel häufiger ist das arterielle Hämatom oder das sogenannte falsche traumatische Aneurysma. Dasselbe entsteht entweder unmittelbar nach der Verletzung, indem das aus der Arterienwunde strömende Blut zuerst die Gefässscheide, dann die Muskelinterstitien oder die gleichzeitig zerrissenen Muskeln aufwühlt und sich in einer unregelmässigen, noch nicht begrenzten, mit Blutklumpen gefüllten Höhle ansammelt (primäres diffuses Aneurysma oder richtiger arterielles Hämatom). Oder die Blutgeschwulst entsteht erst später, indem ein die Arterienwunde ursprünglich verschliessender Thrombus sich löst oder ein anfangs diffuser, langsam entstehender Bluterguss sich aus dem umgebenden Gewebe mit einem Sacke umgibt (secundäres cirkumskriptes Aneurysma).

§. 285. Das Vorkommen dieser Blutgeschwülste als Complikation von Fracturen ist jedenfalls sehr selten. Dupuytren (1825), welcher zuerst dieser Complikation Aufmerksamkeit schenkte, sammelte 6 Fälle, Gurlt (1862) 11, G. Laurent (1875) 21 (mit Einschluss der Schussfracturen und einiger zweifelhafter Fälle 27). Ich habe bei einer Durchsicht der mir zugänglichen Literatur weitere 28 Beobachtungen gesammelt und einen weiteren eigenen Fall hinzugefügt, so dass die Gesammtzahl 50 beträgt — eine im Verhältniss zu der grossen Häufigkeit der Fracturen immerhin verschwindend kleine Anzahl.

Die Seltenheit der Beobachtungen rechtfertigt eine kurze tabellarische Aufzählung derselben.

Uebersicht über 50 Fälle von traumatischen Aneurysmen bei Knochenbrüchen.

A. Obere Extremität.

Nr.	Beobachter.	Alter und Geschlecht.	Sitz und Art der Fractur.	Sitz und Art des Aneurysma.	Behandlung und Verlauf.	Ausgang. Resultat der anatomischen Untersuchung.
1.	Heath (Brit. med. Journ. Febr. 7. 1880).	48 J. m.	Subcut. Fract. mehrerer Rippen, darunter der 1., sowie des Schlüsselbeins.	Aneur. der A. subclav. im folgenden Monat, rasch wachsend.	Exartikul. des gelähmten Armes. Aneurysma wächst weiter, wird fest nach Einführung feiner Nadeln.	Tod an Bronchitis 18 Tage nach der Acupunctur. — Sektion: Zwischen dem mit festen Fibrinmassen ausgefüllten Aneur. und der A. subclav. eine kleine Communikationsöffnung nahe der Bruchstelle der 1. Rippe.
2.	Skey (St. Barth. Hosp. Rep. II. 102).	55 J. w.	Subcut. Fract. colli hum. beim Versuch der Reposit. einer (angeblichen?) Schulterluxation.	Diffuses Aneur. der A. axill. nach 8—10 Tagen in Folge Durchtrennung der A. durch das Diaphysenende.	Punktion, dann wegen Blutung Ligatur in der Wunde.	Tod (Zeit und Ursache unbekannt).
3.	Lister (Med. Times and Gaz. Febr. 1. 1873. p. 114).	m.	Subcut. Fract. des Oberarmes beim Versuche der Reposit. einer veralteten Schulterluxation.	Aneur. der A. axill. sogleich nach der Verletzung, mannskopfgross.	Sofort Incision und Ligatur der A. axill. ober- und unterhalb der Verletzung.	Tod nach 3 Stunden. — Sektion: Perforation der A. axill. durch einen spitzen Splitter.
4.	Richet (Gaz. des hôpit. 1879. Nr. 101).	30 J. m.	Subcut. Fract. colli scapulae (?) durch Fall.	Aneur. der A. subclav. sogleich nach der Verletzung, nach einigen Tagen wachsend, mit Blasegeräusch.	Ligatur der A. subclav. nach 14 Tagen.	Tod durch Nachblutung nach 8 Tagen.
5.	King (Brit. med. Journ. Febr. 13. 1869. p. 142).	—	Subcut. Fract. colli scapulae (?) mit starker Anschwellung und Ecchymosen der Schultergegend.	Aneur. der A. axill. nach 8 Tagen, mit Pulsation und Blasegeräuschen.	Am 18. Tage Spaltung des Aneur., Ausräumung einer grossen Menge fester Gerinnsel, Ligatur der A. axill. ober- und unterhalb einer kleinen Oeffnung in dem Arterienrohr.	Heilung mit unbrauchbarem, ödematösem und pulslosem Arme.

6.	Wutzer (… klin. Ch. XXVII. S. 648).	—	Subcut. Fract. colli chir. … positionsversuchen einer Schulterluxation.	Aneur. der A. axill. … eines Bruchstückes.	—	
7.	Richet (Laurent, Des aneur. compliquant les fract. Paris 1875. p. 42).	10 J. m.	Subcut. Fract. des Oberarmes in der Mitte.	Aneur. der A. brach. am 2. Tage durch Verletzung der A. von Seiten eines Bruchstückes, mit Pulsation und Blasegeräuschen.	Ligatur der A. brach. ober- und unterhalb des Sackes ohne Eröffnung desselben.	Vollständige Heilung.
8.	Gringoire (Des aneurysm. traumat. de la région axill. Paris 1879).	25 J. m.	Subcut. Fract. des Oberarmes an der Grenze des oberen u. mittleren Drittels.	Aneur. der A. brach. nach 40 Tagen bei Abnahme des Bruchverbandes beobachtet, im Niveau der Bruchstelle, hühnereigross.	Direkte und indirekte Compression ohne Erfolg. Ligatur der A. axill.; wegen Nachblutung am 7. Tage Ligatur der A. subclav.	Heilung.
9.	Pautier (Gaz. hebd. 1868. Nr. 40. p. 633).	26 J. m.	Subcut. Comminutivfractur des Oberarmes in der Mitte durch Ueberfahrung.	Aneur. der A. brach. sofort nach der Verletzung.	Wegen beginnender Gangrän Amputat. nach 62 Stunden.	A. brach. zerrissen, daselbst eine mit Gerinnseln gefüllte Höhle und starker diffuser Bluterguss.
10.	Lane (Lancet. June 1. 1872. p. 755).	39 J. m.	Subcut. Fract. des Oberarmes in der Mitte.	Aneur. der A. brach. am 2. Tage mit ausgedehnter Blutinfiltration.	Wegen beginnender Gangrän Exartikulat. der Schulter am 10. Tage.	A. brachial. durch das scharfe Ende des oberen Fragmentes ganz zerrissen; daselbst Höhle mit grosser Menge Gerinnsel gefüllt; Blutinfiltration des ganzen Oberarmes.
11.	Anger (Bull. de la soc. de chir. 1878. p. 123).	54 J. m.	Subcut. Fract. des Oberarmkopfes mit Luxation.	Pulsirendes Aneur. der A. circumflexa (?) von der Grösse einer Mandarine, einige Minuten nach Repositionsversuchen.	Compression.	Heilung in 15 Tagen.
12.	Fenwick (Brit. med. Journ. Sept. 29. 1883).	41 J. w.	Subcut. Fract. colli chir. hum. durch Auffallen eines Balkens.	Aneur. der A. brach. sogleich nach der Verletzung durch Einreissen der A. seitens des dislocirten oberen Fragmentes; unterhalb der Verletzung kein Puls.	Sogleich Incision, Ausräumung der Coagula, Ligatur der A. brach. ober- und unterhalb der Perforationsöffnung.	Allmälige Wiederkehr des Radialpulses, Heilung.

B. Untere Extremität.

Nr.	Beobachter.	Alter und Geschlecht.	Sitz und Art der Fractur.	Sitz und Art des Aneurysma.	Behandlung und Verlauf.	Ausgang. Resultat der anatomischen Untersuchung.
13.	Tillaux (Bull. de la soc. de chirurg. 1879. p. 419).	20 J. m.	Subcut. Fract. des Kreuzbeines und des Oberschenkels durch Sturz aus der Höhe.	Aneur. der A. ischiad., welche durch einen scharfen Splitter vom Rande des Kreuzbeines durchtrennt; vom 15. Tage an beobachtet.	Diagnose Abscess; nach 5 Wochen Incision: arterielle Blutung, Ligatur der A. ischiad. unmöglich, daher Anlegung einer Arterienzange, die nach 48 Stunden entfernt wird.	Heilung.
14.	Lyon (Lond. med. Gaz. 1844/45. p. 345).	m.	Subcut. Fract. des Oberschenkels.	Sofort diffuses Aneur. der A. femoralis.	Bald starke Anschwellung u. Verfärbung, beginnende Gangrän.	Tod. — Sektion: A. femor. in ihrem mittleren Drittel durch ein spitzes Fragment angestochen: grosse mit Gerinnseln gefüllte Höhle an der ganzen Vorderfläche des Oberschenkels.
15.	Bell (Princip. of surg. Vol. IV. 390).	40 J. m.	Subcut. Fract. des Oberschenkels.	Sofort pulsirendes Aneur. der A. femoralis.	Amputation.	Aneur. von wenig bedeutendem Umfang.
16.	Kundrat (Gesellschaft d. Aerzte in Wien. 20. Nov. 1885).	22 J. m.	Subcut. Fract. des Oberschenkels im epileptischen Anfall.	Nach 6 Wochen pulsirendes Aneur. der A. femoral. bemerkt, beständig sich vergrössernd.	Nach 3 Monaten Tod.	Colossales Aneur. circumscript. spur. an der Bruchstelle, von schwielig veränderter Muskelsubstanz begrenzt. A. femor. dicht über dem Abgang der A. profunda durch Knochenspitze eingerissen. mit der Höhle communicirend. Kein Callus.
17.	Engelmann (De aneur. traum. Diss. inaug. Gryphiae 1862).	20 J. m.	Subcut. Fract. des Oberschenkels im unter. Drittel.	Sofort Aneur. der A. femor., enorme Anschwellung, unterhalb der Verletzung kein Puls.	Alsbald drohende Gangrän. Zuerst Instrumentalcompression der A. femor., am folgenden Tage Ligatur an der Stelle der Verletzung.	Fortschreitende Gangrän, Tod am 7. Tage. — Sektion: An der Stelle der Arterienverletzung eine grosse mit jauchigem Blute gefüllte Höhle, ausgedehntes diffuses Blutextravasat.

18.	B. Cooper (Surg. Essays. Chir. Handbibl. Bd. 16. S. 899).	41 J. m.	Complicirte Fract. des Oberschenkels im unteren Drittel durch Hufschlag.	Aneur. der A. poplit. am 4. Tage beobachtet, pulsirend, sich vergrössernd.	Ligatur der A. femoral.	Aneur. am 18. Tage verschwunden. Consolidation der Fractur nach 4 Wochen.
19.	Heath (Lancet. Aug. 22. 1868).	46 J. m.	Subcut. Fract. des Oberschenkels im unter. Drittel.	Aneur. der A. poplit. nach 3 Wochen beobachtet.	Amputation des Oberschenkels.	Tod am 3. Tage. — Sektion: Perforation der A. poplit. durch das spitze obere Bruchende. Höhle des Aneur. von der Mitte des Oberschenkels bis zum Grunde der Kniekehle, theilweise mit geschichteten Fibrinmassen gefüllt.
20.	Bell (Medic.-chir. Review. 1825. p. 49).	Knabe	Absprengung der unteren Epiphyse des Femur.	Viele Jahre später Aneur. der A. poplitea.	Amputation des Oberschenkels.	Aneur. veranlasst durch das Hervorstehen des Diaphysenendes.
21.	P. Bruns (Originalbeobachtung).	55 J. m.	Complicirte Fractur des Oberschenkels im unteren Viertheil durch Auffallen eines Steines.	Sogleich Aneur. der A. poplitea.	Nach 14 Tagen wiederholte arterielle Blutungen.	Tod an Septicämie. — Sektion: Perforation der A. und V. poplit. durch das scharfe flötenschnabelförmige obere Bruchende; enorme Höhle von der Kniekehle bis zur Mitte des Oberschenkels, 3 Mannsfäuste fassend, mit enormer Menge Gerinnsel gefüllt.
22.	Petit (Traité des mal. des os. II. p. 35).	—	Subcutane Fractur des Unterschenkels.	Sogleich Aneur. der A. tibial. ant. (?), welche durch das scharfe flötenschnabelförmige Bruchende der Tibia eröffnet.	Drohende Gangrän. Incision, Blosslegung der verletzten Stelle der Arterie, Blutstillung (wie?)	Heilung in der gewöhnlichen Zeit.
23.	White (Cases in surg. London 1770. p. 141).	30 J. m.	Subcutane Fractur des Unterschenkels.	Aneur. der A. tibial. ant. nach 6 Wochen.	Aufbruch, heftige Blutung, Incision, Ausräumung der Coagula, Entfernung eines zolllangen, nadelspitzen Splitters, Tamponade.	Heilung.

Nr.	Beobachter.	Alter und Geschlecht.	Sitz und Art der Fractur.	Sitz und Art des Aneurysma.	Behandlung und Verlauf.	Ausgang. Resultat der anatomischen Untersuchung.
24.	Pelletan (Dupuytren, Leçons oral. II. 512).	61 J. m.	Subcut. Fract. des Unterschenkels durch Ueberfahrung.	Aneur. in den Wadenmuskeln, alsbald entstanden, beständig zunehmend.	Nach 23 Tagen Incision, Entfernung von Eiter und Gerinnseln, darauf arterielleBlutung: sofort Amputation des Oberschenkels.	Grosser Sack in den Wadenmuskeln mit Gerinnseln gefüllt. Arterien verknöchert, Oeffnung nicht aufzufinden.
25.	Pelletan (ibid. p. 514).	55 J. m.	Subcut. Fract. des Unterschenkels durch Fall.	Aneur. der A. peron. nach 30 Tagen bei Abnahme des Verbandes beobachtet, sehr rasch wachsend; deutliches Schwirren.	Amputation des Oberschenkels.	Grosser Sack, nach hinten begrenzt durch den Soleus, auf den Seiten durch die tiefen Unterschenkelmuskeln, nach vorne durch die zerrissene Membr. inteross. hindurch sich erstreckend, bedeckt vom M. tibial. ant. Quelle der Blutung A. peron., durch spitzes Bruchende der Fibula zerrissen. Fractur der Tibia consolidirt.
26.	Dupuytren (ibid. p. 521).	62 J. w.	Subcut. Fract. des Unterschenkels.	Am 2. Tage pulsirendes Aneur. der Wade (wahrscheinlich der A. tibial. post.)	Ligatur der A. femoral. in der Mitte des Oberschenkels.	Verschwinden der Geschwulst. Heilung. Consolidation der Fractur erst nach 4 Monaten.
27.	Delpech (Clin. chir. de Montpellier. I. p. 38).	30 J. m.	Subcut. Splitterbr. des Unterschenkels durch Ueberfahrenwerden.	Sofort pulsirendes Aneur. der Wade, am folgenden Tage noch vergrössert.	Ligatur der A. femoral.	Rasche Heilung des Aneur. Consolidation des Bruches nach 60 Tagen.
28.	Bell (l. c. T. IV. p. 403).	—	Subcut. Fract. des Unterschenkels.	Aneur. der A. tibial. post. (?) bei den ersten Gehversuchen.	Diagnose Abscess, Eröffnung durch Aetzung, schwere arterielle Blutung.	Tod 2 Tage nach der Eröffnung.
29.	Bell (ibid. p. 411).	w.	Subcut. Splitterbr. der oberen Enden beider Unterschenkelknochen.	Sofort Aneur. der A. tibial. post., beständig sich vergrössernd.	Nach einigen Tagen Incision, Ausräumung einer grossen Menge Gerinnsel, heftige Blutung. Amputat.	Durch einen grossen Splitter der Fibula Zerreissung an der Bifurkation der A. tibial. post. und peronea.

30.	Oré (Union méd. 1855. p. 75).	38 J. m.	Subcut. Fract. des Unterschenkels durch Ueberfahrung.	Aneur. der A. nutrit. tib. nach 6 Wochen bei Abnahme des Bruchverbandes am hinteren Umfang des unteren Endes des Unterschenkels; Blasebalggeräusch.	Punktion, Blutung, Amputation.	Quelle der Blutung A. nutrit. tib., welche doppelt so stark als normal und am Ende des oberen Fragmentes der Tibia eröffnet. A. tib. ant. und peron. zwischen den Fragmenten stark comprimirt. Keine Spur von Consolidation.
31.	Gimès (Journ. de Méd., Chirurg., Pharm. T. 76. p. 71).	45 J. m.	Complicirte Fract. des Unterschenkels im unteren Drittel.	Pulsirendes Aneur. der A. tibial. ant. vom 25. Tage an.	Ligatur der A. tibial. ant. ober- und unterhalb der Perforationsstelle.	Heilung.
32.	Moore (Lancet. 1829/30. I. p. 341).	18 J. m.	Complicirte Fract. des Unterschenkels durch Sturz aus der Höhe.	Aneur. der A. tibial. antica.	Wegen arterieller Blutung am 36. Tage Amputation.	Mandelgrosses Aneur., welches durch ein spitzes Fragment der Tibia zerrissen worden war.
33.	Duverney (Mal. des os. I. p. 407).	m.	Subcut. Fract. des Unterschenkels durch Ueberfahrung.	Nussgrosses Aneur. der A. tibialis antica bald nach der Verletzung.	Punktion, Blutung aus der Art. tibial. ant., darauf Incision, vergeblicher Versuch der Ligatur, daher Tamponade.	Heilung.
34.	Verneuil (Bull. de la soc. de chir. 1858/59. p. 402).	32 J. m.	Subcut. Fract. des Unterschenkels.	Am 2. Tage Aneur. der A. tibial. ant. mit Pulsation und undeutlichem Blasegeräusch.	Intermittirende Compression der A. femoral.	Heilung nach 2½ Monaten, Consolidation.
35.	Lisfranc (Clin. chir. de la Pitié. I. p. 331).	m.	Subcut. Fract. des Unterschenkels.	Sofort Aneur. der A. tibial. ant. mit deutlicher Pulsation.	Incision behufs Ligatur der verletzten A. tibal. ant. Daselbst Höhle mit Blut und Gerinnseln gefüllt.	—
36.	Azam (Bull. de la soc. méd.-chir. de Bordeaux. IV. p. 310).	42 J. m.	Complicirte Fract. beider Unterschenkelknochen in der Knöchelgegend.	Nach 8 Tagen Aneur. der A. tibial. antica von der Grösse einer halben Orange; Pulsation, Blasegeräusche.	Intermittirende Digitalcompression der A. femoral.	Allmäliges Verschwinden des Aneur., vollständige Heilung und Consolidation nach 2 Monaten.
37.	Henry (Holmes, Syst. of surg. III. p. 44).	m.	Subcut. Fract. des Unterschenkels.	Aneur. der A. tibial. post. mit deutlichen Blasegeräuschen; unterhalb der Verletzung kein Puls in der Arterie.	Allmäliges Verschwinden der Symptome.	Heilung nach 2 Monaten. Der Puls in der A. nicht zurückgekehrt.

Nr.	Beobachter.	Alter und Geschlecht.	Sitz und Art der Fractur.	Sitz und Art des Aneurysma.	Behandlung und Verlauf.	Ausgang. Resultat der anatomischen Untersuchung.
38.	Billroth (Allg. Chirurgie. 8. Aufl. S. 156).	m.	Subcut. Fract. in der Mitte des Unterschenkels.	Sofort Aneur. der A. tibial. ant. von bedeutendem Umfang; Pulsation, deutliches Brausen.	Gewöhnlicher Verband mit Schienen und Binden.	Allmäliges Verschwinden der Geschwulst innerhalb 14 Tagen, Heilung. Consolidation in 8 Wochen.
39.	Richet (Gaz. des hôpit. 1879. Nr. 26).	m.	Complicirt. Splitterbruch des Unterschenkels.	Sofort pulsirendes Aneur. der A. peronea.	Vom 10. Tage an wiederholte arterielle Blutung, Amputation.	Zerreissung der A. peron. durch das obere Fragment der Fibula. Aneur. mit alten Gerinnseln gefüllt.
40.	Leigh (St. George's Hosp. Report. Vol. III).	48 J. m.	Subcut. Fract. des Unterschenkels dicht unter dem Knie durch Fall aus der Höhe.	Aneur. der A. tibial. antica.	Am 20. Tage Punction (Diagnose Abscess); nach 2 Tagen Ligatur der A. tibial. ant.	Tod nach einigen Stunden.
41.	Gärtner (Württ. med. Corresp.-Blatt. 1874. Nr. 2).	48 J. m.	Subcut. Doppelbruch des Unterschenkels durch Fall aus der Höhe.	Am 10. Tage Aneur. der A. tibial. post.; rasche Anschwellung der Wade, keine Pulsation.	Am 16. Tage beginnende Gangrän, Amputation des Oberschenkels.	A. tibial. post. entzweigerissen, daselbst eine grosse mit Gerinnseln gefüllte Höhle.
42.	Gärtner (Ibid.)	25 J. m.	Complicirt. Splitterbruch des Unterschenkels durch Ueberfahrung.	Sofort Aneur. der A. tibial. postica.	—	Tod am 5. Tage. A. tibial. post. an der Bruchstelle zerrissen, daselbst eine grosse mit Butgerinnseln gefüllte Höhle.
43.	Borchheim (Medic. record. Dec. 30. 1882).	45 J. m.	Fract. beider Unterschenkelknochen an der Grenze zwischen mittlerem und unterem Drittel.	Am 10. Tage pulsirendes Aneur. der A. tibial. post.	Am 13. Tage Ligatur der A. femoral. im Scarpa'schen Dreieck.	Heilung des Aneurysma.
44.	Poland (Guy's Hosp. Rep. Vol. VI. 1860. p. 328.)	60 J. m.	Subcut. Splitterbruch des oberen Endes des Unterschenkels.	Rasch wachsendes Aneur. der Kniekehle mit ausgedehnter Schwellung und Spannung des Unterschenkels.	Drohende Gangrän, am 2. Tage Ligatur der A. femoral.	Manifeste Gangrän. Tod 8 Tage nach der Ligatur. — Sektion unvollständig, Quelle der Blutung nicht gefunden.

45.	Edwards (Med. Tim. and Gaz. May 26. 1883).	36 J. w.	Fract. der Tibia.	Sofort Aneur. der A. tibial. antica.	Vom 3. Tage an beginnende Gangrän, Amputat.	A. und V. tibial. ant. zwischen die Fragmente eingeklemmt und eröffnet, daselbst ausgedehntes Coagulum, das die Vasa tibial. post. comprimirt.
46.	Socin (Jahresber. über die chir. Klinik zu Basel. 1876. S. 63).	28 J. m.	Subcut. Fract. des Unterschenkels im oberen Drittel.	Sofort Aneur. der A. tibial. antica.	Vom 3. Tage an beginnende Gangrän, Amputat.	A. tibial. ant. durch das spitze untere Fragment angespiesst. Bedeutender Bluterguss, der die übrigen Unterschenkelgefässe comprimirt.
47.	Nepveu (Des gangrènes dans les fract. Paris 1870. p. 11).	25 J. m.	Direkte complicirte Fract. des Calcaneus.	Sofort Aneur. der A. tibial. post. mit enormer Schwellung des Unterschenkels und Fusses.	Drohende Gangrän, Amputat. am 2. Tage.	A. tibial. post. zerrissen, mündet in eine enorme Bluthöhle.
48.	Shepherd (Annals of surg. 1885. p. 7).	50 J. m.	Complicirte Fract. beider Unterschenkelknochen oberhalb der Mitte.	Am 4. Tage pulsirendes Aneur. der A. tibial. ant.	Am folgenden Tage rasches Wachsthum des Aneur., Erweiterung der Wunde, Ligatur der A. tibial. ant.	A. tibial. ant. fern von der Bruchstelle bei ihrem Durchtritt durch das Ligament. inteross. durch Zerrung seitlich verletzt. Heilung.
49.	Roddick (Ibid.).	—	Subcut. Fract. beider Unterschenkelknochen oberhalb der Mitte.	Sofort Aneur. der A. tibial. antica mit enormer, rapide zunehmender Schwellung.	Partielle Gangrän des Gliedes, Amputation.	A. tibial. ant. an der Durchtrittsstelle durch das Ligament. inteross. zerrissen, Enden 2 Zoll voneinander entfernt.
50.	Kraussold (Arch. f. kl. Chir. XXII. S. 967).	29 J. m.	Subcut. Fract. in der Mitte des Unterschenkels.	Sofort Aneur. der A. tibial. post., nach Abnahme des Fracturverbandes allmälig bis zu enormer Grösse heranwachsend (Umfang des Gliedes um 25 cm vermehrt).	Wegen beständig. Wachsthums der Geschwulst Amputation des Oberschenkels nach 6 Monaten.	A. tibial. post. gerade an der Abgangsstelle der A. peronea zerrissen, daselbst ein kolossaler unregelmässiger Sack, der mit Fibrinmassen vollständig ausgefüllt ist und fast kein flüssiges Blut enthält.

Ein Ueberblick über die vorstehende Tabelle lehrt, dass die traumatischen Aneurysmen viel häufiger bei Fracturen der unteren als der oberen Extremität vorkommen, indem auf die ersteren 38, auf die letzteren 12 Fälle kommen. Unter den Fracturen der unteren Extremität sind es wieder die des Unterschenkels, welche die grösste Zahl aufweisen, und zwar sogar mehr als die Hälfte der Gesammtzahl (28 Fälle).

Der Sitz der Verletzung war im Einzelnen:

an der oberen Extremität	die Art.	brachialis . . .	5mal,
	„ „	axillaris	4 „
	„ „	subclavia . . .	2 „
	„ „	circumflexa hum. .	1 „
an der unteren Extremität	„ „	tibialis ant. . .	14 „
	„ „	tibialis post. . .	9 „
	„ „	poplitea	5 „
	„ „	femoralis . . .	4 „
	„ „	peronea	2 „
	„ „	nutritia tibiae . .	1 „
	„ „	ischiadica . . .	1 „

Bezüglich der verschiedenen Arten der zu Grunde liegenden Arterienverletzung lässt sich Folgendes ermitteln. In 13 Fällen bestand eine vollständige Continuitätstrennung des Arterienrohrs, die 6mal durch einen scharfen Bruchrand und 1mal durch einen dislocirten Splitter bewirkt worden war. In 17 Fällen bestand nur eine partielle Continuitätstrennung, indem die Arterie 6mal durch ein spitzes Bruchende oder einen Splitter angestochen, 8mal durch die Kante eines Bruchendes angerissen worden war. Ausserdem war in 2 Fällen die Art. tibialis ant. fern von der Bruchstelle da, wo sie durch das Ligament. inteross. hindurchtritt, durch gewaltsame Zerrung verletzt, und zwar das eine Mal nur seitlich, das andere Mal sammt der Vene vollkommen zerrissen.

Von den beiden Arten von Blutgeschwülsten, den primären diffusen und den secundären cirkumskripten Aneurysmen, kommt jedenfalls das erstere weit häufiger vor, wenn auch in der vorliegenden Casuistik die Unterscheidung nicht in allen Fällen sicher zu treffen ist, zumal ja die eine Form in die andere übergehen kann. Ziemlich genau $^2/_3$ unserer Fälle gehören dem primären Aneurysma an, dessen Gegenwart innerhalb der ersten 8 Tage, oft schon sogleich oder bald nach der Verletzung constatirt worden ist. In den übrigen Fällen dagegen handelte es sich mit Sicherheit um ein abgesacktes Aneurysma, das nach Ablauf von 4—6 Wochen nach der Verletzung zur Beobachtung kam; dieser Termin trifft also gewöhnlich mit der Consolidation der Fractur und der Abnahme des Bruchverbandes zusammen. Nur in einem Falle von Absprengung der untern Epiphyse des Femur kam erst „viele Jahre" nach der Verletzung ein Aneurysma der Art. poplitea zur Beobachtung, das durch fehlerhafte Consolidation mit Vorstehen des Diaphysenendes gegen die Kniekehle veranlasst war.

§. 286. Die Diagnose der Blutgeschwülste unterliegt häufig nicht unerheblichen Schwierigkeiten. Ausserdem lässt sich auch die Quelle der Blutung zuweilen nicht mit Sicherheit bestimmen, wenn dieselbe, wie namentlich in der oberen Partie des Unterschenkels, im Bereiche mehrerer tiefliegender Arterienstämme ihren Sitz hat, zumal die Thatsache nicht ausser Acht zu lassen ist, dass selbst kleinere verletzte Arterienäste umfangreiche Blutgeschwülste bilden können.

Diese diagnostischen Schwierigkeiten beziehen sich natürlich vorzugsweise auf die diffusen Hämatome, falls nicht etwa, wie bei

offenen Fracturen, zugleich eine arterielle Blutung nach aussen stattfindet. Erfolgt dieselbe nur nach einwärts zwischen die umliegenden Gewebe, so erkennt man sie an einer nicht scharf umschriebenen Anschwellung, die oft rasch wächst, sich weich oder deutlich fluktuirend anfühlt, aber nur dann mit Sicherheit als Aneurysma zu erkennen ist, wenn die Communikation der Geschwulst mit einer geöffneten Arterie durch Pulsation, Geräusche sowie durch Abschwächung oder Aufhebung des Pulses in dem Verlauf der Arterie unterhalb der Geschwulst sich verräth. Das Vorhandensein oder Fehlen dieser Erscheinungen hängt nun aber von der Art der Arterienverletzung ab, wie neuerdings v. Wahl[1]) durch klinische und experimentelle Untersuchungen nachgewiesen hat, die zugleich wichtige akustische Hülfsmittel für die Diagnose frischer Arterienverletzungen ergeben haben. Es lassen sich nämlich bei jeder partiellen oder seitlichen Arterienverletzung ohne Unterbrechung des Blutstromes bei der Auskultation hauchende, mit dem Pulse isochrone Geräusche wahrnehmen, die an der Stelle der Verletzung am deutlichsten sind und sich vorzugsweise in der Richtung des Blutstromes weiter fortpflanzen. Dagegen findet sich kein Geräusch bei completer Durchtrennung des Arterienrohres mit thrombotischem Verschluss der Enden, überhaupt in allen Fällen, wo die Continuität des Blutstromes unterbrochen ist. Demgemäss zeigen die frischen wandständigen Aneurysmen (nach partieller Arterientrennung) deutliche, mit dem Pulse isochrone Geräusche, jedoch nicht immer Pulsation, während der Puls unterhalb der Geschwulst, wenn auch abgeschwächt, zu fühlen ist. Dagegen zeigen die endständigen Aneurysmen (nach completer Arterientrennung) keine Geräusche, wohl aber Pulsation der Geschwulst und Fehlen des Pulses in der Arterie unterhalb der Geschwulst.

Im Gegensatz zu diesen diffusen Hämatomen ist die Diagnose der abgesackten Aneurysmen wesentlich leichter, da sie die ausgeprägten Symptome der Aneurysmen darzubieten pflegen.

§. 287. Die Prognose der Fracturen wird durch die Complikation mit Aneurysmen im Allgemeinen wesentlich verschlechtert. Wie gross jedoch die Gefahren für Glied und Leben sind, lässt sich aus unserer Casuistik nicht genau ermitteln, da dieselbe bis in das vorige Jahrhundert zurückreicht, wo es eben noch an vielen diagnostischen und therapeutischen Hülfsmitteln der Neuzeit gebrach. Daher ergibt sich denn auch, dass von sämmtlichen 50 Fällen nur 18 mit Erhaltung des Gliedes zur Heilung gelangt sind, darunter 2 auf dem Wege einer spontanen Heilung des Aneurysma. In 6 Fällen ereignete es sich, dass die Blutgeschwulst mit einem Abscess verwechselt und eröffnet wurde: die Folge war bei allen Verlust des Gliedes oder Lebens! Ausserdem trat in 10 Fällen der Ausgang in Gangrän des Gliedes ein, bedingt durch die Compression der Gefässstämme von Seiten des Extravasates und Aufhebung der Cirkulation. Einmal kam es zum spontanen Aufbruche, worauf durch Spaltung, Extraktion eines nadelspitzen Splitters und Tamponade Heilung erzielt wurde; einmal erfolgte die Zerreissung

[1]) Ueber die auskultatorischen Erscheinungen bei Gefässverletzungen und sogen. traumatischen Aneurysmen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. XXI. S. 118.

eines kleinen abgesackten Aneurysma der Art. tibialis ant. durch ein spitzes Bruchende der Tibia.

Endlich ergibt unsere Casuistik, dass die hergebrachte Annahme, als ob die Consolidation der Fractur durch die Gegenwart einer Blutgeschwulst verzögert werde, in der Regel nicht zutrifft, da in den wenigen mit Erhaltung des Gliedes geheilten Fällen, mit Ausnahme eines einzigen, die Consolidation meist in der gewöhnlichen Zeit erfolgt ist. Dagegen hat sich allerdings in einigen Fällen, in denen die Ligatur des Hauptarterienstammes mit Erfolg ausgeführt worden war, die Consolidation der Fractur erheblich verzögert.

§. 288. Für die Therapie der in Rede stehenden Complication gelten dieselben Grundsätze wie für die traumatischen Aneurysmen überhaupt, so dass bezüglich des näheren Details auf den betreffenden Theil dieses Werkes zu verweisen ist. Auch auf diesem Gebiete ist die Antiseptik bestimmt, ungleich bessere Erfolge zu sichern, da sie gestattet, ohne Gefahr an die Quelle der Krankheitserscheinungen selbst vorzudringen.

Handelt es sich um ein Aneurysma bei offener Fractur — mag gleichzeitig Blutung nach aussen bestehen oder nicht — so ist die Operation nach Antyllus das einzig rationelle Verfahren, das allein die Gefässwunde selbst sicher verschliesst und dem Fortschreiten der Blutinfiltration in die Gewebe Einhalt thut. Unter dem Schutze der künstlichen Blutleere wird die Blutgeschwulst gespalten, das ergossene Blut ausgeräumt, die verletzte Arterie aufgesucht und ober- und unterhalb der verletzten Stelle unterbunden.

Handelt es sich um subcutane Verletzungen, so kann in den allergünstigsten Fällen, wie zwei unserer Beobachtungen lehren, unter dem gewöhnlichen Bruchverbande die spontane Resorption und Heilung der Blutgeschwulst zu Stande kommen; auch Cruveilhier[1]) und Broca[2]) haben nach ihrer Angabe wiederholt derartige Fälle von spontaner Heilung beobachtet. Zeigt die Blutgeschwulst keine Neigung zum Fortschreiten, so kann auch ein Versuch mit der Compression gemacht werden, und zwar mit Compressiveinwicklung, Flexion und Suspension des Gliedes oder Digitalcompression; durch dieses Verfahren, und zwar durch intermittirende Compression der Art. femoralis, sind aus unserer Beobachtungsreihe 2 Fälle von Aneurysma der Art. tibialis ant. zur Heilung gelangt.

Zeigt dagegen die Blutgeschwulst Neigung zu beständigem oder sogar raschem Fortschreiten, so darf keine Zeit mit unsicheren Versuchen verloren werden, da sonst in Folge von Verlegung der collateralen Bahnen die Gefahr der Gangrän des Gliedes unmittelbar herantritt. Dann ist sofort nach dem Vorgange von J. L. Petit die Spaltung der Geschwulst und Unterbindung der Arterie an der verletzten Stelle vorzunehmen; die breite Eröffnung und Ausräumung der Höhle sorgt zugleich in wirksamster Weise für die Entlastung der Gewebe und der Collateralen. Unter unseren Fällen ist 15mal die Blosslegung der verletzten Stelle vorgenommen worden: 11mal gelang die Ligatur der Arterie, 3mal musste man sich mit der

---

[1]) Cruveilhier, Traité d'anat. pathol. T. I. p. 98.
[2]) Bull. de la soc. de chir. 1858/59. IX. p. 402.

Tamponade beziehungsweise mit der Anlegung einer Arterienzange begnügen. Von den 15 Fällen gelangten 9 zur Heilung, 1mal trat Nachblutung und 5mal der tödtliche Ausgang ein, und zwar theils schon in den ersten Stunden nach der Operation, theils in Folge fortschreitender Gangrän, die schon vorher anscheinend begonnen hatte.

Der Unterbindung am Orte der Verletzung ist die Hunter'sche Continuitätsligatur am Orte der Wahl, die in unseren Fällen zuerst von Dupuytren ausgeführt und lebhaft empfohlen worden ist, entschieden nachzusetzen, da sie zwar meist geringere technische Schwierigkeiten bietet, aber nicht blos die Gefahr der Gangrän erhöht, sondern nicht einmal sicher gegen die Fortdauer oder Wiederkehr der Blutung aus dem peripheren Ende der Arterie zu schützen vermag. Die Operation ist an der Art. femoralis 3mal mit Erfolg, 1mal bei bereits drohender Gangrän mit tödtlichem Ausgange in Folge von Gangrän des Gliedes zur Ausführung gelangt, ausserdem an der Art. subclavia 1mal mit Erfolg, das andere Mal mit tödtlicher Nachblutung.

Was endlich die Amputation oder Exartikulation betrifft, so ist dieselbe nur in seltenen Ausnahmefällen indicirt. Verlangt die Schwere der Verletzung an sich nicht die Amputation, so ist sie auch durch die complicirende Arterienverletzung nicht gefordert, ausser wenn etwa der Bluterguss und dessen Folgezustände wie ausgedehnte Jauchung, manifeste Gangrän, so weit vorgeschritten sind, dass von lokalem Eingreifen mit dem Messer kein Erfolg mehr zu erwarten ist. Unter den 18 Fällen von Amputation, welche unsere Casuistik aufweist, muss daher heutzutage für die Mehrzahl die Indikation derselben als durchaus nicht gerechtfertigt erklärt werden. Abgesehen von 7 Amputationen wegen Gangrän ist nämlich die Operation 2mal wegen äusserer Blutung bei complicirten Fracturen, 3mal wegen falscher Diagnose und Eröffnung des Sackes und ausserdem 5mal wegen eines Aneurysma ohne besondere Complikationen vorgenommen worden.

3) Blutungen.

§. 289. Entschieden häufiger als die eben besprochenen inneren Blutergüsse bei subcutanen Fracturen sind die äusseren Hämorrhagieen bei offenen Fracturen. Diess beweisen, wenigstens für die Brüche des Unterschenkels, die von Nepveu[1]) gewonnenen Zahlen, der bei einer ziemlich vollständigen Zusammenstellung der Arterienverletzungen bei Unterschenkelbrüchen 14 Fälle von traumatischen Aneurysmen und 29 Fälle von Blutungen gesammelt hat. Immerhin bilden aber doch die Blutungen aus namhaften Arterien eine recht seltene Complikation, wenn wir wiederum überhaupt nur solche Fälle von offenen Fracturen des civilen Lebens in Betracht ziehen, bei denen die conservative Behandlung Anwendung findet. Diese Thatsache erhellt zur Genüge aus folgenden Zahlen:

Rechnen wir zu den §. 263 zusammengestellten 254 Fällen von complicirten Fracturen noch einige neuerdings publicirte grössere Beobachtungsreihen hinzu,

---

[1]) Bull. de la soc. de chir. 1875. p. 405.

nämlich 32 Fälle von Lister[1]), 80 von Wagner[2]), 63 von Juillard[3]), 52 von Kronlein[4]), sowie die letzten 19 Fälle aus der Tübinger Klinik, so verfügen wir über eine Gesammtzahl von 500 offenen Fracturen, in denen die conservative Behandlung versucht oder durchgeführt worden ist. Unter diesen finden sich nur 15 Fälle, in denen Blutungen aus namhaften Arterien notirt sind, trotzdem es sich oft genug um die schwersten Verletzungen gehandelt hat, in denen überhaupt die Erhaltung des Gliedes versucht werden kann. In 7 Fällen handelte es sich um primäre Blutungen (3mal aus der Art. radialis, 1mal aus der Art. ulnaris, 2mal aus der Art. tibialis ant., 1mal aus der Art. tibialis ant. und post. zugleich), in 8 Fällen um secundäre, und zwar fast ausschliesslich solche aus den Arterien des Unterschenkels. Nur in einem Falle ist eine bedeutende Blutung aus mehreren kleinen zerrissenen Venen des Oberschenkels notirt, die sogar als Todesursache aufgeführt ist.

Mit dieser Frequenzziffer stimmt auch die Angabe von Drecker[5]) überein, der eine summarische Zusammenstellung von 2021 Knochenbrüchen geliefert hat, die innerhalb von 5 Jahren bei den im Bezirke des märkischen Knappschaftsvereines beschäftigten Bergleuten sich ereignet haben. Unter denselben befinden sich 385 offene Fracturen und unter den Zufällen bei der Behandlung derselben sind 9mal Blutungen verzeichnet.

Es ergibt sich aus dieser Zusammenstellung, dass — abgesehen von den Verletzungen, welche die primäre Amputation erfordere — nur etwa 3 Procent der offenen Fracturen mit Blutungen aus namhaften Arterien complicirt sind, und zwar vorzugsweise aus den kleineren Arterien des Vorderarmes und Unterschenkels, während bei einer Gesammtzahl von 500 Fracturen keine einzige Blutung aus der Art. brachialis und femoralis notirt ist.

§. 290. Unterscheiden wir die primären und secundären Hämorrhagieen, so sind beide in den obigen Zahlen ebenso wie in der Statistik von Nepveu in ziemlich gleicher Frequenz vertreten.

Was zunächst die primären arteriellen Blutungen betrifft, so erfordern dieselben unter allen Umständen, falls sie überhaupt erheblich sind, die sofortige Freilegung und doppelte Unterbindung der verletzten Arterie in der Wunde. Dieses Verfahren allein begnügt sich nicht damit, dem Hervorströmen des Blutes nach aussen Einhalt zu thun, sondern bewirkt einen sicheren Verschluss der Gefässwunde selbst. Zugleich wird nicht blos das bereits vorhandene Blutinfiltrat entfernt, sondern auch der weiteren Infiltration in die umgebenden Gewebe und deren gefahrvollen Folgezuständen vorgebeugt. Dagegen ist es in der Regel ein verhängnissvoller Irrthum, der Anwendung von Stypticis, der Tamponade oder Compression zu vertrauen, da sie bei Verletzung grösserer Arterien selten einen dauernden Erfolg aufzuweisen haben, wohl aber während ihrer Anwendung der günstige Zeitpunkt für die Unterbindung in der Wunde verstreicht. Ebenso wenig bietet aber auch die centrale Continuitätsligatur Garantie für die dauernde Blutstillung, und es ist wohl hauptsächlich der grösseren Bequemlichkeit und Sicherheit, mit der die Arterien an den Orten der Wahl aufzusuchen sind, zuzuschreiben, dass diesem Verfahren bei Blutungen noch vielfach der Vorzug gegeben wird.

---

1) W. Cheyne, Die antisept. Chirurgie. Uebers. von Kamerer. 1883. S. 437.
2) Mittheil. aus dem Knappschaftslazareth zu Königshütte. Zeitschr. f. Heilkunde III. S. 485.
3) Jeannerct, Applicat. de la méthode antisept. au traitement des fract. ouvertes à la clinique chirurg. 1876/83. Genève 1884.
4) Bach, Beitrag z. Therapie d. offenen Knochenbrüche. In.-Diss. Zürich 1884.
5) Archiv für klinische Chirurgie. XXVII. S. 928.

§. 291. Die secundären oder Spätblutungen, welche etwa vom 5. Tage an während des ganzen Verlaufes sich einstellen können, zeigen ihre grösste Frequenz innerhalb der 2. und 3. Woche. Ihre Entstehungsweise ist recht verschiedenartig und schon aus dem Grunde zu berücksichtigen, weil sie zugleich für die Bedeutung und Behandlung der Blutungen maassgebend ist.

Zunächst gibt es Spätblutungen im Gefolge solcher Arterienverletzungen, die schon unmittelbar bei dem Zustandekommen des Knochenbruchs sich ereignet hatten. Diese Blutungen stellen dann entweder Wiederholungen einer primären Blutung dar, die von selbst stand, oder treten zum ersten Male in einer späteren Periode des Wundverlaufes auf. Ihre Veranlassung ist entweder darin zu suchen, dass der frische Thrombus durch heftige Bewegungen des gebrochenen Gliedes (bei Unruhe des Verletzten, beim Transport oder Verbandwechsel) gelöst wird, oder darin, dass der Thrombus durch Eiterung oder Verjauchung erweicht oder auch die gequetschte Arterienwand mortificirt.

In einem von Volkmann[1]) beschriebenen Falle von complicirter Fractur des Unterschenkels dicht unter dem Knie mit schwerer Weichtheilverletzung trat am 11. Tage eine heftige arterielle Blutung ein, nachdem sich bereits die gangränösen Hautpartieen abgestossen hatten. Es wurde die Amputation des Oberschenkels vorgenommen, worauf die Untersuchung ergab, dass die Blutung aus der unmittelbar an ihrer Ursprungsstelle abgerissenen Art. tibialis ant. erfolgt war.

In einer anderen Reihe von Fällen entstehen die Spätblutungen dadurch, dass erst während des späteren Wundverlaufes die Arterie von Seiten eines spitzen oder scharfen Bruchendes oder Splitters eröffnet wird, und zwar entweder bei erheblicher Dislokation der letzteren durch anhaltenden Druck oder plötzlich bei unvorsichtigen Bewegungen mit dem gebrochenen Gliede. Auf diese Weise kann auch, wie Moore beobachtete, ein im Gefolge der Fractur entstandenes falsches Aneurysma angestochen werden und die Quelle der Blutung bilden.

Baudens[2]) beobachtete einen durch Hufschlag entstandenen offenen Splitterbruch im oberen Drittheile des Unterschenkels, bei welchem sofort zahlreiche Splitter entfernt wurden. Bei anfangs günstigem Verlaufe erfolgte plötzlich am 20. Tage eine heftige arterielle Blutung aus der Art. tibialis post., welche durch einen langen, in die Weichtheile eingebohrten Splitter verletzt war.

Balser[3]) beschreibt aus der Giessener Klinik einen Fall von complicirter Oberschenkelfractur bei einem 19jährigen Patienten; die Durchstichsöffnung des obern Fragments befand sich dicht über dem Kniegelenk; in letzterem Bluterguss. Desinfektion, Gegenöffnung, Drainage des Kniegelenks, Gewichtsextension. Die Wunde blieb zwar aseptisch, aber es entwickelte sich Eiterung. Nach 30 Tagen trat plötzlich eine heftige Nachblutung ein, die zur Amputation des Oberschenkels nöthigte. Die Untersuchung ergab, dass die Art. und V. femoralis durch den scharfen Rand des einen Bruchendes, wahrscheinlich bei einer im Schlafe ausgeführten Bewegung, angerissen worden war.

In einem von Küster[4]) beobachteten Falle von complicirter Splitterfractur des Oberschenkels durch Hufschlag trat nach dem Verbandwechsel am 27. und 29. Tage plötzlich je eine heftige arterielle Blutung ein; einige Stunden nach der sofort vorgenommenen Amputation erlag der Kranke dem Blutverlust. Bei der Untersuchung fand sich, dass das untere sehr spitze Fragment die Art. femoralis angestochen hatte. Das Knochenende ragte ins Lumen der Arterie hinein und

---

[1]) Volkmann, Die Behandlung der complicirten Fracturen. Sammlung klinischer Vorträge Nr. 117—118. S. 942.

[2]) Gaz. des hôpit. 1855. p. 127.

[3]) Archiv für klinische Chirurgie. XXIX. S. 440.

[4]) Küster, Fünf Jahre im Augusta-Hospital. Berlin 1877. S. 259.

verschloss für gewöhnlich die Wunde in ihrer Wand. Bei Bewegungen zum Zwecke des Verbandwechsels hörte aber der Verschluss auf und erfolgte die Blutung.

In einem Falle von Banks[1]) trat bei einer complicirten Fractur des Unterschenkels während eines aseptischen Verlaufes plötzlich am 30. Tage eine starke Nachblutung aus der Art. tibialis post. ein, die durch eine Knochenkante angerissen worden war. Die Unterbindung in der Wunde wurde mit Erfolg vorgenommen.

In einer bereits früher (S. 429) angeführten Beobachtung von Moore[2]) trat bei einer complicirten Fractur des Unterschenkels am 36. Tage plötzlich eine heftige arterielle Blutung ein, welche die Amputation veranlasste. Bei der Untersuchung stellte sich als Quelle der Blutung ein kleines falsches Aneurysma der Art. tibialis ant. heraus, das durch ein spitzes Fragment der Tibia zerrissen worden war.

Endlich kommt eine erhebliche Anzahl von Spätblutungen vor, die durch eitrige Einschmelzung der Arterienwand bei profuser Eiterung und septischer Lokal- und Allgemeininfektion zu Stande kommen.

Dieser verschiedenen Entstehungsweise der Spätblutungen hat deren Behandlung Rechnung zu tragen. Angesichts der grossen Gefahren, welche dieselben für Glied und Leben mit sich bringen, tritt die Prophylaxe in erste Reihe: vor Allem bei der ersten Besorgung der Wunde eine sorgfältige Stillung der primären Blutung, Entfernung aller losen und in die Weichtheile eingebohrten Splitter, exakte Reposition und Retention der Fractur. Ausserdem müssen während des ganzen Wundverlaufes die antiseptischen Cautelen aufs strengste beobachtet werden, um jeder Zeit einen aseptischen Zustand der Wunde zu erzielen, da zweifellos die meisten Spätblutungen mit profuser Eiterung, Jauchung und septischer Allgemeininfektion in Zusammenhang stehen.

Von dem aseptischen oder septischen Zustande der Wunde hängt nun aber auch die Wahl sowie die Chancen des einzuschlagenden Verfahrens der Blutstillung ab. Die centrale Compression des zuführenden Arterienstammes kann zunächst bei aseptischem Wundverlaufe und bei solchen Blutungen, welche aus Arterien von kleinerem Caliber stammen, versucht werden, und zwar am besten in Form der Digitalcompression.

Auf diese Weise wurde in einem von Volkmann[3]) beobachteten Falle von complicirter Fractur des Unterschenkels, die reaktionslos verlief, eine am 8. Tage auftretende heftige arterielle Blutung durch Digitalcompression der Art. femoralis gestillt. Dessgleichen gelang es in einem von Klingelhöfer[4]) mitgetheilten Falle von offener Unterschenkelfractur mit Verletzung der A. tibialis antica, die primäre und drei Nachblutungen durch Digitalcompression der A. femoralis zu stillen.

Die Unterbindung in der Wunde bietet gleichfalls nur bei aseptischem Zustande der letzteren Aussicht auf Erfolg, während bei vorhandener eitriger Einschmelzung der Gewebe nicht blos häufig der Versuch misslingt, die Quelle der Blutung aufzufinden und das Gefäss zu unterbinden, sondern auch nach gelungener Unterbindung in der Regel die Blutung sich wiederholt.

In einem Falle von Banks[5]) konnte bei einer Nachblutung die Unterbindung erst nach Resektion des Bruchendes vorgenommen werden. Es handelte

---

[1]) N. Banks, Clinical notes upon two years surg. work in the Liverpool Royal Infirmary. Glasgow 1884. p. 47.

[2]) Lancet 1829/30. I. 341.

[3]) Volkmann, Die Behandlung der complicirten Fracturen. Sammlung klin. Vorträge. S. 940.

[4]) Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie. Bd. V. 1875. S. 482.

[5]) N. Banks l. c.

sich um eine offene Unterschenkelfractur, bei welcher während eines aseptischen Verlaufes am 30. Tage eine starke Blutung eintrat, der nicht beizukommen war, da sie aus einer hinter dem Schafte der Tibia gelegenen Stelle stammte. Um die Amputation zu umgehen, wurde das Bein so weit geknickt, dass das untere Bruchende aus der Wunde hervortrat und in der Länge von 2 Zoll abgesägt werden konnte. Dadurch wurde es möglich, die durch eine Knochenkante angerissene Art. tibialis post. blosszulegen und zu unterbinden. Glatte Heilung in 3½ Monaten.

Als weiteres Beispiel einer erfolgreichen Ligatur in der Wunde dient eine Beobachtung von Böckel[1]), die eine offene Tibiafractur betrifft. Nachdem sich in der Tiefe ein Abscess entwickelt hatte, erfolgte eine arterielle Blutung aus der Wunde, die mit Erfolg durch die Ligatur der Art. tibialis ant. in der Wunde gestillt wurde.

Dagegen war in dem folgenden Falle von Volkmann[2]), in welchem die Antisepsis gescheitert war, die Unterbindung in der Wunde ohne Erfolg. Es handelte sich um eine Durchstechungsfractur unterhalb der Mitte des Unterschenkels, bei welcher sich bald jauchige Sekretion und diffuse Phlegmone entwickelte, die zur Bildung eines grossen Abscesses in der Wade führte. Am 14. und 15. Tage stellten sich drei heftige arterielle Blutungen aus der Wunde ein, worauf zuerst die Art. femoralis an der Grenze des oberen und mittleren Drittheils unterbunden und darauf die Wunde an der Vorderfläche des Unterschenkels so weit dilatirt wurde, dass man nach Beiseiteziehung der Fragmente die grosse Abscesshöhle in der Wade und in deren Grunde die gegen 2 Zoll entblösste Art. tibialis post. übersah, welche an einer Stelle ein stecknadelkopfgrosses Loch hatte; hierauf doppelte Unterbindung der letzteren. Nach 3 Tagen wiederholten sich die Blutungen aus derselben macerirten Arterie, so dass sofort die Amputation des Oberschenkels gemacht werden musste, welche dem Kranken das Leben rettete.

Ist die Unterbindung an der Stelle der Verletzung wegen des Zustandes der Wunde nicht rathsam, so pflegt auch die Continuitätsligatur des zuführenden Arterienstammes wenig Erfolg zu versprechen, da sie unter diesen Umständen nicht blos unsicher ist, sondern auch leicht Gangrän des Gliedes nach sich zieht. Beispielsweise ist unter den nachstehend angeführten 4 Fällen von Continuitätsligatur je 1mal Nachblutung und Ligaturblutung und 2mal Gangrän des Gliedes gefolgt. Somit bleibt wohl bei der Mehrzahl der Spätblutungen bei bestehender Sepsis kein anderes Mittel als die Amputation übrig, um dem Kranken das Leben zu retten. In der That ergibt denn auch unsere kleine Statistik das Resultat, dass unter 7 Fällen von arteriellen Spätblutungen nur 1mal die Digitalcompression mit Erfolg angewandt wurde, während in den übrigen Fällen theils mit, theils ohne vorgängige Continuitätsligatur zur Amputation geschritten werden musste.

Der eben angeführte Fall von Continuitätsligatur mit folgender Nachblutung ist die oben ausführlich wiedergegebene Beobachtung von Volkmann. — Einen ähnlichen Misserfolg erfuhr Verneuil[3]). Bei einer complicirten Unterschenkelfractur mit phlegmonöser Eiterung traten Nachblutungen ein, welche die Ligatur der Art. femoralis veranlassten. Am 26. Tage erfolgte tödtliche Ligaturblutung aus einer ulcerösen Perforationsöffnung im centralen Ende der Arterie.

Die beiden angeführten Fälle von Ligaturgangrän stammen von Volkmann[4]) und Schede[5]). In dem ersteren handelte es sich um einen offenen Splitterbruch unterhalb der Mitte des Unterschenkels, welcher bei ziemlich aseptischem Verlaufe mit ausgedehnter Hautgangrän und Delirium tremens sich complicirte. Am 13. und 17. Tage, nach Abstossung des gangränösen Gewebes, heftige zwischen den Fragmenten hervorquellende arterielle Blutung, die durch Digitalcompression gestillt wurde. Am 18. Tage abermals sehr heftige arterielle Blutung mit be-

---

[1]) Gaz. méd. de Strasbourg. 15. Mai 1871.
[2]) R. Volkmann, Beiträge zur Chirurgie. Leipzig 1875. S. 102.
[3]) Machenaud, Sur la ligature de l'artère fémorale. Thèse. Paris. p. 37.
[4]) Volkmann, Beiträge zur Chirurgie. Leipzig 1875. S. 102.
[5]) Centralblatt für Chirurgie. 1877. S. 752.

deutendem Blutverlust, worauf die Unterbindung der Art. femoralis etwas oberhalb der Mitte vorgenommen wurde. Alsbald folgte Gangrän des Fusses, so dass die transcondyläre Amputation des Oberschenkels gemacht werden musste. Heilung. Bei der Untersuchung des abgesetzten Gliedes konnte die Quelle der Blutung nicht gefunden werden.

Die Beobachtung von Schede betrifft eine offene Fractur der Ulna durch Maschinengewalt, welche nach 9 Tagen mit Jauchung, Vereiterung des Handgelenks und Eitersenkung bis zum Ellbogen in Behandlung kam. Vielfache Incisionen, Drainagen und permanente Irrigation. Am 21. Tage starke Blutung aus der Art. brachialis in der Ellbeuge, welche die Ligatur der Arterie in der Mitte des Oberarmes erforderte. Sofort trat Gangrän der Hand und des Vorderarmes ein, so dass die Amputation in der Mitte des Oberarmes nöthig wurde. Heilung.

4) Gangrän.

Das Eintreten von Gangrän im Gefolge von Knochenbrüchen ist eine nicht gar seltene Complikation. Beschränken wir uns hier auf die gewöhnliche Form der Gangrän, welche durch eine mechanische Verletzung oder Compression der Blutgefässe bedingt ist — die zu Gangrän führende septische Entzündung wird in Cap. IV besprochen werden —, so ist die Entstehungsweise in den einzelnen Fällen eine sehr verschiedenartige. Gerade die Untersuchung dieser ätiologischen Verhältnisse beansprucht nun aber ein ungewöhnliches praktisches Interesse. Denn da zweifellos manchmal die Gangrän durch ärztliche Missgriffe verschuldet wird, verdienen diese Fälle die ernsteste Beachtung, andererseits müssen aber auch die von der Behandlung unabhängigen Ursachen möglichst genau festgestellt werden, um im Einzelfalle die ärztliche Behandlung gegen unbegründete Vorwürfe zu schützen. Es hat daher Verneuil gewiss Recht, wenn er verlangt, dass solche Fälle von Gangrän, die ohne Schuld der ärztlichen Behandlung sich ereignet haben, „im Interesse der chirurgischen Praxis und des ärztlichen Standes sorgfältig gesammelt und veröffentlicht werden“.

§. 292. Die am häufigsten beobachtete Form der Gangrän ist jedenfalls diejenige, welche auf die die Bruchstelle bedeckenden Weichtheile beschränkt ist.

In der Regel tritt dieselbe bei direkten Fracturen auf, und zwar als nothwendige Folge der durch die unmittelbare Einwirkung der fracturirenden Gewalt herbeigeführten Quetschung, Zerrung und Zerreissung der Gewebe und ihrer Blutgefässe, durch welche die Lebensfähigkeit der verletzten Theile aufgehoben wird. Dementsprechend ist die Ausdehnung der Gangrän sowohl nach der Fläche als nach der Tiefe eine äusserst wechselnde, und von einer minimalen Hautgangrän bis zu ausgedehntem Absterben sämmtlicher die Bruchstelle bedeckenden Weichtheile kommen alle Abstufungen zur Beobachtung. Insbesondere ist es aber die äussere Haut, welche am häufigsten und in ausgedehntester Weise der Gangrän verfällt, wenn sie stark gequetscht und in weiterem Umfange durch gewaltsame Zerrung und Verschiebung von ihrer Unterlage abgelöst ist. Das trifft namentlich bei den Fracturen oberflächlich unter der Haut gelegener Knochen zu, wie bei den Brüchen der Finger, der Zehen und der Tibia, wenn sie durch breit einwirkende Gewalten hervorgerufen werden.

Viel seltener entsteht die cirkumskripte Gangrän an der Bruchstelle durch eine erst im weiteren Verlaufe einwirkende Schädlichkeit. Als solche wirkt zuweilen der continuirliche Druck von Seiten dislocirter Bruchfragmente, welche von innen her die bedeckenden Weichtheile sammt der Haut zur Mortifikation bringen, so dass nach eingetretener Hautperforation die ursprünglich einfache Fractur in eine offene verwandelt werden kann. Das häufigste Beispiel liefern hiefür die Schrägbrüche der Tibia mit Aufrichtung des unteren Endes des oberen Fragmentes. Ebenso kann aber auch durch Druck eines zu fest angelegten Verbandes brandiger Decubitus entstehen: bald wirkt der Druck nur auf eine umschriebene Hautstelle, die über einem oberflächlichen Bruchende oder Knochenvorsprung gelegen ist, bald handelt es sich um eine cirkuläre Einschnürung der Weichtheile, welche durch Störung der venösen und capillären Cirkulation eine umschriebene Gangrän in mehr oder weniger ausgedehntem Bezirk veranlasst.

Die Bedeutung der bisher erörterten cirkumskripten Gangrän hängt natürlich vorzugsweise von ihrer Ausdehnung ab. Sehen wir ganz ab von den durch die fracturirende Gewalt am schwersten getroffenen Fällen, bei denen in der Regel wegen der unvermeidlichen Gangrän die primäre Amputation vorgenommen wird, so erstreckt sich doch auch diese cirkumskripte Gangrän nicht selten so weit, dass die Erhaltung des Gliedes sich als unmöglich erweist, namentlich dehnt sich zuweilen die Gangrän der Haut allein über eine so grosse Fläche aus, dass der Defekt nicht ersetzt werden kann. In den anderen Fällen dagegen bleibt die Gangrän derartig begrenzt, dass eine Ausfüllung des Substanzverlustes möglich ist; aber es kann dann noch nachträglich nach der Heilung eine derartige Narbenconstriktion sich ausbilden, dass der periphere Theil des Gliedes zu einem unbrauchbaren Anhängsel wird.

Ich habe zwei recht eklatante Fälle dieser Art in meiner Klinik beobachtet, welche beide Brüche des Vorderarmes betrafen. In dem einen Falle bestand in Folge ausgedehnter Gangrän ein nicht zur Heilung gelangender cirkulärer Defekt in den Weichtheilen und eine derartige Cirkulationsstörung, dass die Hand in allen Theilen um das Dreifache verdickt war. In dem anderen Falle war durch Druck eines Schienenverbandes Gangrän über der Bruchstelle und Nekrose der Bruchenden eingetreten, so dass nach der Heilung die Hand nur durch eine Hautbrücke mit dem Vorderarm zusammenhing und ein frei pendelndes unbrauchbares Anhängsel bildete (vgl. Fig. 188 und 189).

Der erste Fall betrifft einen jungen Menschen von 19 Jahren, der sich vor einem Jahre dadurch, dass er mit dem Vorderarm zwischen die Räder einer Maschine gerathen war, einen offenen Splitterbruch beider Vorderarmknochen zugezogen hatte, wobei die Haut in grosser Ausdehnung abgelöst und auch die Muskulatur stark zerquetscht und zerrissen war. Nachdem sich letztere, sowie die Haut in grossen Stücken gangränös abgestossen hatte, blieb eine Hand breit oberhalb des Handgelenks eine ringförmige Granulationsfläche zurück, die in Folge des Defektes fast sämmtlicher Weichtheile stellenweise bis auf die Knochen vertieft war. Zugleich stellte sich mit der fortschreitenden Vernarbung ganz langsam eine Volumzunahme der ganzen Hand nach allen Dimensionen ein, welche beständig zunahm und bei der Aufnahme des Patienten in die Klinik das Dreifache der normalen Grösse erreicht hatte (beispielsweise war die Cirkumferenz des Mittelfingers beinahe dieselbe wie die des Handgelenkes der gesunden Seite). Es wurde die Amputation des Vorderarmes im oberen Drittheil vorgenommen.

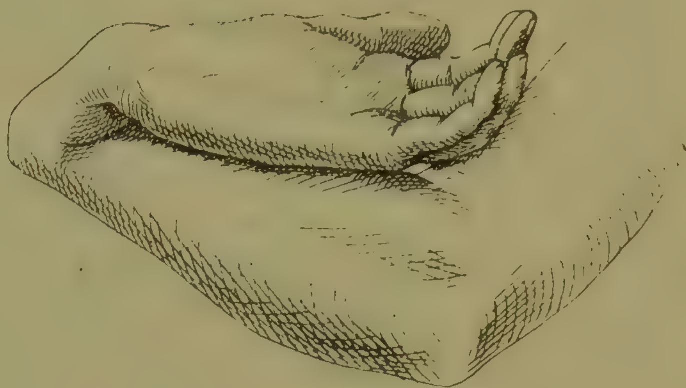
Die andere Beobachtung (vgl. Fig. 188 und 189) betrifft einen jungen Mann von 18 Jahren, der sich durch Fall aus der Höhe einen subcutanen Bruch beider Vorderarmknochen über dem Handgelenk zugezogen hatte. Der sofort angelegte Schienenverband bewirkte einen derartigen Druck, dass die Hand blau

verfärbt und unempfindlich wurde und beständig heftige Schmerzen bestanden. Nach der Entfernung des Verbandes am 3. Tage zeigte sich die Haut an der Volarfläche über den Bruchenden gangränös, so dass nach Abstossung derselben die letzteren frei zu Tage lagen und nach einiger Zeit sich abstiessen. Die Eiterung dauerte noch 2½ Jahre lang, und erst nach Ausstossung mehrerer Sequester kam

Fig. 188.



Fig. 189.



Defekt der unteren Enden beider Vorderarmknochen nach subcutaner Fractur in Folge von Druckbrand. Die Hand pendelt an einer dünnen Hautbrücke.

die Heilung zu Stande. Bei der Aufnahme des Patienten in die Klinik 6 Jahre nach der Verletzung fand sich ein Defekt der unteren Enden der Vorderarmknochen, so dass die Hand nur durch eine 2 Querfinger lange und 1 Querfinger breite, mit Narben durchsetzte Hautbrücke mit dem Vorderarm zusammenhing und ein nach allen Richtungen hin frei pendelndes Anhängsel darstellte, das keiner activen Bewegung fähig war. Durch einen einzigen Messerzug wurde die Hautbrücke durchtrennt und das Ahängsel entfernt.

§. 293. Ausser dieser cirkumskripten Gangrän, deren Ursache meist klar zu Tage liegt, kommt noch, wenn auch seltener, eine totale Gangrän des unterhalb der Bruchstelle gelegenen Abschnittes des Gliedes vor. Sie entsteht nur durch eine vollständige Aufhebung der Cirkulation in dem peripheren Theile des Gliedes und ist daher stets auf eine Verletzung oder Compression der Hauptgefässstämme an der Bruchstelle zurückzuführen. Da gerade diese Form der Gangrän früher in den meisten Fällen, oft wohl nicht mit Unrecht, auf Rechnung einer fehlerhaften Behandlung geschrieben worden ist, liegt es uns ob, an der Hand der vorliegenden Casuistik die Entstehungsweise derselben möglichst genau festzustellen.

Sehen wir zunächst von den durch eine fehlerhafte Behandlung verschuldeten Fällen ganz ab, so umfasst die von mir gesammelte Casuistik 41 Fälle, in denen die Verletzung oder Compression der

Hauptgefässstämme als Ursache der Gangrän nachgewiesen ist. In etwa $^2/_3$ der Fälle handelte es sich um subcutane Fracturen, in den übrigen um offene. Die grösste Disposition weisen die Fracturen des Oberschenkels, und zwar des unteren Endes desselben auf (21 Fälle), in zweiter Reihe die Fracturen des Unterschenkels (10 Fälle) und Oberarmes (9 Fälle), ausserdem betrifft 1 Fall eine Fractur des Schlüsselbeins, während mir für die Brüche des Vorderarmes kein authentisches Beispiel bekannt ist. Diese überwiegende Gefahr der Gangrän bei Verletzungen der Art. femoralis und poplitea wird noch deutlicher dadurch beleuchtet, dass unter den sämmtlichen 29 Fällen von Verletzung derselben, welche §. 279 zusammengestellt sind, 21 Fälle zu Gangrän geführt haben.

Im Einzelnen hatte unter den 41 Fällen die Verletzung oder Compression ihren Sitz

an der Art.	axillaris	3mal,
„ „ „	brachialis	6 „
„ „ „	femoralis	5 „
„ „ „	poplitea	16 „
„ „ „	tibialis ant.	6 „
„ „ „	tibialis post. . . .	2 „
„ „ „	tibialis ant. und post.	2 „

Nur in einem einzigen Falle ist die isolirte Compression des Hauptvenenstammes (V. subclavia) als Ursache der Gangrän constatirt.

Diese Beobachtung stammt von Erichsen[1]) und betrifft einen 20jährigen Mann, der einen Splitterbruch in der Mitte des Schlüsselbeines erlitten hatte. Am 3. Tage begann die Gangrän des Armes, so dass die Exartikulation desselben vorgenommen wurde. Es ergab sich, dass die V. subclavia durch ein $1^1/_2$ Zoll langes Bruchstück comprimirt und thrombosirt war.

§. 294. Auch über die verschiedene Art und Weise der Verletzung oder Compression der Arterienstämme, welche Gangrän im Gefolge haben, gibt unsere Casuistik genaueren Aufschluss. Es ergeben sich nämlich in dieser Hinsicht vier verschiedene Möglichkeiten für die Entstehung der Gangrän.

1) Bei direkten Fracturen kann durch die fracturirende Gewalt selbst eine Contusion des Arterienrohres mit Zerreissung der inneren Häute bewirkt werden, welche eine Thrombose der verletzten Stelle im Gefolge hat. Der thrombotische Verschluss der Arterie hat, falls kein genügender Collateralkreislauf sich entwickelt oder auch der Hauptvenenstamm thrombosirt ist, Gangrän zur Folge, die sogleich in den ersten Tagen der Verletzung sich manifestirt.

Diese Entstehungsweise ist in 7 Fällen nachgewiesen, welche die Art. axillaris, brachialis, femoralis und poplitea betreffen.

Beobachtung von Chuquet[2]). Ein 65jähriger Mann hatte sich durch Ueberfahrung eine offene Fractur des Kniegelenks, und zwar der Condylen des Femur und der Tibia zugezogen; wegen sofort beginnender Gangrän des Unterschenkels wurde am 2. Tage die Amputation des Oberschenkels gemacht. Bei der Untersuchung zeigte sich die atheromatöse Art. poplitea an der Stelle der Gewalteinwirkung mit einem Thrombus verstopft und daselbst die beiden inneren Arterienhäute eingerissen und 7—8 mm weit abgelöst.

---

[1]) Brit. med. Journ. June 7. 1873.
[2]) Bull. de la soc. anatom. 1877. p. 105.

Beobachtung von Stromeyer[1]). In einem Falle von subcutaner Fractur in der Mitte des Oberarmes durch Hinübergehen eines Wagenrades wurde am 2. Tage wegen beginnender Gangrän des Vorderarmes die Amputation des Oberarmes gemacht. Bei der Untersuchung fand sich die Art. brachialis, soweit das Rad sie gequetscht hatte, mit einem festen Fibringerinnsel angefüllt.

Beobachtung von Hawkins[2]). Bei einem Manne von 28 Jahren, der durch Ueberfahrung eine offene Fractur im mittleren Drittheil des Oberarmes erlitten hatte, begann sich alsbald Gangrän zu entwickeln, so dass am 5. Tage amputirt werden musste. Die Art. brachialis fand sich durch ein festes Coagulum verstopft, ebenso zahlreiche Venen.

Beobachtung von Holt[3]). Ein 47jähriger Mann hatte sich durch Ueberfahrung einen subcutanen Splitterbruch an der Grenze des oberen Drittheils des Oberarmes zugezogen; am 3. Tage Gangrän, Exartikulation der Schulter. Die Art. axillaris fand sich an der Fracturstelle durch einen Thrombus verschlossen.

Beobachtung von Burr[4]). In einem Falle von Bruch des Oberschenkels musste wegen Gangrän des Unterschenkels die Amputation vorgenommen werden. Die Art. femoralis fand sich an der Bruchstelle durch einen Thrombus verschlossen.

Beobachtung von Rivington[5]). Ein junger Mann von 19 Jahren erlitt beim Sitzen auf einem Omnibus durch einen heftigen Stoss des Sitzbrettes gegen die Kniekehle eine Fractur des äusseren Condyls des Femur und der Tibia; sofort stellten sich Kreislaufsstörungen am Unterschenkel und Fuss ein, so dass am 2. Tage die Amputation des Oberschenkels vorgenommen wurde. Es fand sich die V. poplitea vollständig zerrissen, während an der Art. poplitea die beiden inneren Häute 1/2 Zoll weit abgelöst und nach einwärts in der Richtung des Blutstromes verdrängt waren.

Beobachtung von Jüngst[6]). In der Klinik von Czerny wurde ein 20jähriger Mann behandelt, welcher durch Auffallen eines grossen Steines eine Verletzung des Kniegelenkes mit Splitterbruch des Condyl. int. der Tibia und des Capitul. fibul. sowie totaler Zerreissung der Kapsel erlitten hatte. Sofort stellten sich Cirkulationsstörungen am Unterschenkel und Fuss ein, die am 8. Tage die Amputation des Oberschenkels nothwendig machten. Es fand sich an der Art. poplitea 2 1/2 cm oberhalb der Theilungsstelle die Intima cirkulär durchtrennt, ihr centrales Ende 1/2 cm weit abgelöst, trichterförmig verengt und durch einen Thrombus verschlossen.

2) In anderen Fällen entsteht die Gangrän in Folge einer partiellen oder totalen Continuitätstrennung der Arterie mit oder ohne gleichzeitige Zerreissung der Vene, mag die Verletzung durch die äussere Gewalt oder ein dislocirtes Fragment bewirkt worden sein. Durch den thrombotischen Verschluss der getrennten Enden oder durch einen obturirenden Thrombus an der Stelle der seitlichen Arterienverletzung wird die Cirkulation in dem Gefässrohr vollständig unterbrochen; oder es kommt zu einem bedeutenden Bluterguss, der auch die übrigen Gefässe comprimirt. Die Gangrän ist in den 14 hieher gehörigen Fällen meist sogleich nach der Verletzung, nur in 2 Fällen erst am 9. und 18. Tage aufgetreten. Die verletzte Arterie war 3mal die Art. axillaris und brachialis, 8mal die Art. femoralis und poplitea, 3mal die Art. tibialis ant. und 1mal die Art. tibialis ant. und post. zugleich.

Beobachtung von Holmes[7]). In einem Falle von Bruch des anatomischen Halses des Humerus musste wegen Gangrän des Armes die Exartikulation desselben gemacht werden. Es fand sich die Art. axillaris zum Theil zerrissen und mit einem

---

1) Stromeyer, Maximen der Kriegsheilkunst. I. S. 92.
2) Lancet 1850. Vol. II, p. 396.
3) Lancet 1851. Vol. II, p. 59.
4) Transact. of the med. soc. of state of New York. 1873.
5) Brit. med. Journ. 12. Jan. 1878.
6) Berl. klin. Wochenschr. 1844. Nr. 15. S. 226.
7) Principl. and pract. of surg. p. 260.

Thrombus verschlossen. — In einem ähnlichen Falle von Thrapp[1]) trat die Gangrän erst am 18. Tage ein; die Art. brachialis fand sich vollständig durchtrennt. — Dessgleichen beobachtete Spence[2]) bei einem 6jährigen Knaben eine durch Ueberfahrung entstandene subcutane Fractur des Humerus, die sogleich von Gangrän des Armes gefolgt war. Die Art. brachialis fand sich vollständig durchtrennt, und zwar wahrscheinlich durch Druck des Wagenrades gegen den scharfen Fracturrand.

Beobachtung von Josse[3]). Subcutane Fractur in der oberen Hälfte des Oberschenkels durch Ueberfahrung bei einem 54jährigen Manne. Wegen sogleich beginnender Gangrän des Beines Amputation des Oberschenkels. Die Art. femoralis fand sich zur Hälfte eingerissen und mit einem festen Thrombus gefüllt.

Beobachtung von Billroth[4]). Subcutane Fractur an der Grenze des untern Drittheils des Femur durch Auftreffen eines rollenden Steines. Sogleich Gangrän des Beines, Amputation nach 15 Tagen. Die Art. femoralis fand sich 3 Zoll oberhalb der Kniekehle zerrissen, das obere und untere Ende mit einem Thrombus verschlossen.

Beobachtung von Cadge[5]). Fractur des Femur bei einem 30jährigen Manne durch Ueberfahrung. Am 8. Tage Gangrän, Amputation. Die Art. poplitea fand sich vollständig durchtrennt, wahrscheinlich durch das Bruchende des Knochens.

Beobachtung v. Lücke[6]). Subcutane Fractur des Oberschenkels bei einem alten Manne. In Folge Zerreissung der Art. femoralis Gangrän des Gliedes, Tod.

Beobachtung von Mosetig[7]). Offener Schrägbruch im unteren Drittheil des Oberschenkels bei einem 28jährigen Manne. Die alsbald eingetretene Gangrän begrenzte sich oberhalb des Kniees und nach 3 Wochen stiess sich die ganze brandige Extremität ab. Eine Nachblutung aus der Art. femoralis wurde durch die Ligatur gestillt; die Arterie war durch einen Knochensplitter verletzt, der in ihr Lumen hineinragte.

Beobachtung von Verneuil[8]). Offene Fractur im unteren Drittheil des Oberschenkels durch Ueberfahrung bei einer 80jährigen Frau; sogleich beginnende Gangrän, Tod nach 3 Tagen. Die Art. poplitea fand sich eingerissen und mit einem Thrombus verstopft.

Beobachtung von Nepveu[9]). Offene Fractur am untern Ende des Femur bei einem 66jährigen Manne durch Ueberfahrung; sofort beginnende Gangrän, am 2. Tage Amputation. Die Art. und V. poplitea waren durch die Bruchenden ganz durchtrennt.

Beobachtung von Weinlechner[10]). Fractur des Oberschenkels; sogleich beginnende Gangrän, Amputation am 3. Tage. Die Art. und V. femoralis waren zerrissen.

Beobachtungen von Socin[11]). Subcutaner Bruch des untern Endes des Unterschenkels bei einem 24jährigen Manne durch Ueberfahrung; sogleich beginnende Gangrän, am 18. Tage Amputation. Die Art. tibialis ant. und post. fanden sich an der Bruchstelle vollständig durchtrennt. — In einem 2. Falle handelte es sich um einen subcutanen Schrägbruch des Unterschenkels im oberen Drittheil bei einem 28jährigen Manne durch Sturz aus der Höhe. Am 3. Tage begann die Gangrän an den Zehen, nach 14 Tagen wurde die Oberschenkelamputation gemacht. Die Art. tibialis ant. fand sich durch das dislocirte spitze untere Fragment angespiesst; durch bedeutenden Bluterguss waren auch die übrigen Unterschenkelgefässe comprimirt.

3) In einer weiteren Reihe von Fällen handelt es sich gleichfalls um partielle oder totale Continuitätstrennung eines Arterienstammes,

---

[1]) St. George's Hosp. Rep. 1877.
[2]) Edinb. med. Journ. 1861. p. 673.
[3]) Josse, Mélanges de chirurg. prat. 1835. p. 243,
[4]) Arch. f. klin. Chir. Bd. X. S. 755.
[5]) Med. Tim. and Gaz. 1859. Vol. I. p. 497.
[6]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. II. S. 220.
[7]) Wien. med. Wochenschr. 1866. Nr. 9.
[8]) Bull. de la soc. anatom. 1833. p. 153.
[9]) Nepveu, Des gangrènes dans les fract. Paris 1870. p. 19.
[10]) Aerztl. Bericht des allgemeinen Krankenhauses zu Wien. 1882.
[11]) Jahresbericht der chirurgischen Klinik zu Basel für 1880. S. 105. — Dessgl. für 1876. S. 63.

jedoch mit Entwicklung eines falschen Aneurysma. Die Gangrän ist hier zum Theil nicht unmittelbar durch die Gefässverstopfung bedingt, sondern erst durch das wachsende Aneurysma, das die übrigen Blutbahnen durch Compression verlegt, wie namentlich bei isolirter Verletzung eines einzelnen Arterienstammes am Unterschenkel. Unter diesen Umständen kann die Gangrän auch erst im weiteren Verlaufe hinzutreten, wenn nämlich die Entwicklung des Aneurysma erst später erfolgt.

Es gehören hierher 8 Fälle unserer Casuistik, von denen je 2 die Art. brachialis, femoralis, tibialis ant. und post. betreffen. Dieselben sind §. 285 in der tabellarischen Zusammenstellung der Aneurysmenfälle aufgeführt (Beobachtung von Pautier, Lane, Guttrie, Lyon, Gärtner, Socin, Edwards, Nepveu).

4) Die Gangrän kann endlich durch Compression eines Arterienstammes von Seiten dislocirter Bruchenden oder Splitter entstehen; die Folge ist wiederum ein thrombischer Verschluss der Arterie. Es ereignet sich das am häufigsten bei den Brüchen des unteren Endes des Femur, bei denen der obere oder untere Bruchrand gegen die Kniekehle dislocirt ist. Denn unter 10 Fällen unserer Casuistik betreffen 6 die Art. poplitea. Selbstverständlich hängt der Beginn der Gangrän von dem Eintritt der Dislokation des betreffenden Fragments ab; in den meisten Fällen begann die Gangrän am 4.—9. Tage, je 1mal erst nach 6 und 8 Wochen.

Beobachtung von Lebert[1]). Offener Bruch im unteren Drittheil des Humerus bei einem 24jährigen Manne durch Verschüttung; vom 5. Tage an Gangrän. Amputation. Die Art. brachialis fand sich durch ein dislocirtes Bruchstück comprimirt und mit einem Thrombus verstopft.

Beobachtung von Bouisson[2]). Subcutane Fractur im unteren Drittheil des Oberschenkels bei einem 21jährigen Manne durch Auffallen eines Steines. Am 9. Tage beginnende Gangrän, am 23. Amputation. Die Art. und V. poplitea waren von den Fragmenten comprimirt.

Beobachtungen von Fontenelle[3]), Weelhouse[4]) und Robson[5]). Drei ganz analoge Fälle von subcutaner Absprengung der unteren Epiphyse des Femur, in denen das nach hinten dislocirte Diaphysenfragment die Gefässe der Kniekehle derartig comprimirte, dass Gangrän des Fusses und Unterschenkels folgte. In dem Falle von Robson hatte sich die abgesprengte Epiphyse sammt der Patella um einen rechten Winkel gedreht, so dass ihre unteren Flächen nach vorne gekehrt waren.

Beobachtung von Smith[6]). Subcutane Fractur im unteren Drittheil des Femur bei einem jungen Menschen von 17 Jahren. Am 5. Tage Gangrän, Amputation. Die Art. und V. poplitea waren über den scharfen Rand des nach hinten dislocirten oberen Bruchstückes straff hinübergespannt. — In einem ganz ähnlichen Falle von Soule[7]) bei einem 24jährigen Manne fand sich die Art. und V. poplitea durch das dislocirte untere Fragment comprimirt und durch Thromben verstopft.

Beobachtung von Hutin-Lecomte[8]). Subcutane Fractur im unteren Drittheil des Femur bei einem 70jährigen Manne. Nach 2 Monaten erfolgte Gangrän und Tod. Die atheromatöse Art. poplitea war durch das scharfe Ende des oberen Fragmentes comprimirt und mit einem langen Thrombus verstopft.

---

[1]) Arch. génér. de méd. 1836. p. 189.
[2]) Bouisson, Tribut à la chirurgie. 1858. T. I, p. 461.
[3]) Archiv. génér. de méd. 1825. p. 267.
[4]) Lancet. 7. June 1884.
[5]) Liverpool med.-chir. Journ. July 1883. p. 262.
[6]) American Journ. of med. sc. 1839. p. 66.
[7]) Gaz. des hôpit. 1857. p. 478.
[8]) Ibid.

Beobachtung von Verneuil[1]). Offener Bruch in der unteren Hälfte des Unterschenkels bei einer 74jährigen Frau; sofort beginnende Gangrän, Tod nach 8 Tagen. Die atheromatöse Art. tibialis ant. war durch einen dislocirten Bruchsplitter verdrängt und thrombosirt.

Beobachtung von Verneuil[2]). Subcutaner Bruch des Unterschenkels bei einem 48jährigen Manne. Gangrän des Fusses, Amputation. Es fand sich eine starke Uebereinanderschiebung der Fragmente und die Art. tibialis ant. durch das untere Ende des obern Fragments vollständig comprimirt.

Beobachtung von Gosselin[3]). Offener Splitterbruch des Unterschenkels; nach 4 Tagen Gangrän, Amputation. Die Art. tibialis ant. und post. fanden sich durch Thromben verstopft, wahrscheinlich in Folge von Verletzung durch ein spitzes Fragment.

§. 295. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass auch eine fehlerhafte Behandlung, nämlich ein einschnürender Verband, allein im Stande ist, durch Compression der Gefässstämme Totalgangrän des Gliedes zu verschulden. Entweder ist der Verband von vornherein zu fest angelegt oder er wird erst durch hinzutretende Anschwellung des Gliedes so enge, dass er die Cirkulation hemmt. Selbstverständlich kann dieser unglückliche Ausgang bei jeder Art von Fracturverband, bei dem Schienenverband so gut wie bei einem erhärtenden Verbande eintreten, wenn derselbe zu fest angelegt oder schlecht überwacht wird. Wenn daher früher insbesondere der Einführung der erhärtenden Verbände dieser Vorwurf gemacht wurde, so wird letzterer durch die in neuerer Zeit gewiss viel selteneren Unglücksfälle dieser Art genügend entkräftet.

Nach den in der Literatur enthaltenen Beobachtungen, in denen ein einschnürender Verband mit annähernder Bestimmtheit als Ursache der Gangrän beschuldigt werden kann, ist diese Gefahr am grössten bei den Fracturen des Vorderarmes, sodann bei denen des Unterschenkels. Es finden sich nämlich unter 36 Fällen dieser Art, die Gurlt[4]) zusammengestellt hat, 17 Fracturen des Vorderarmes, 13 des Unterschenkels, 4 des Oberarmes und 2 der Kniescheibe. Diese Thatsache kann insoferne bei der Beurtheilung verwerthet werden als die durch Gefässverletzung bedingte Gangrän vorzugsweise bei Fracturen des Oberschenkels und auch bei solchen des Unterschenkels und Oberarmes, nicht aber bei Fracturen des Vorderarmes beobachtet worden ist.

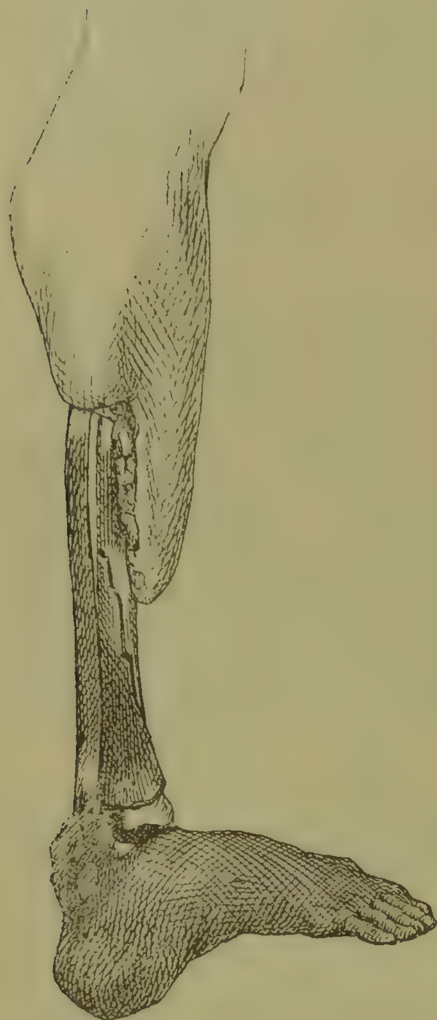
Das von Gurlt zusammengestellte Sündenregister will ich nur durch folgenden Fall aus den Journalen der Tübinger Klinik ergänzen, der nicht blos durch die unbegreiflichen Missgriffe in der Behandlung, sondern jedenfalls auch durch die Geduld, mit welcher der Verletzte über ein Jahr lang auf die Wiederbelebung des abgestorbenen Beines wartete, merkwürdig ist (vgl. Fig. 190).

Der übrigens gesunde und kräftige junge Mann von 18 Jahren hatte durch Umfallen eines Karrens einen Bruch des Unterschenkels erlitten; die Haut war vollkommen unversehrt und es bestand keine wahrnehmbare Difformität, nur leichte Anschwellung in der Mitte des Unterschenkels. Von dem hinzugerufenen Wundarzte wurde sofort ein Holzschienenverband angelegt, der vom Knie bis zu den Zehen reichte. Bald stellten sich heftige Schmerzen ein, die Zehen wurden

[1]) Bull. de la soc. anatom. 1872. p. 298.
[2]) Ibid. 1872. p. 277.
[3]) Gaz. des hôpit. 1881. p. 594.
[4]) L. c. p. 573.

blauroth, taub und bedeckten sich vom 3. Tage an mit grossen Brandblasen. Trotzdem wurde erst am 9. Tage der obere Theil des Verbandes bis zum mittlern Drittheil des Unterschenkels abgenommen und da sich daselbst nichts Abnormes zeigte, wieder erneuert. Am 15. Tage wurde der Verband von den Zehen bis zum Fussgelenk abgenommen: der ganze Fuss war schwarz verfärbt, mit Brandblasen bedeckt, ohne Empfindung und Bewegung. Erst am 23. Tage(!) wurde der ganze Verband vom Fussgelenk bis zum Knie entfernt; schon mit den letzten Verbandstücken lösten sich grosse Fetzen von Weichtheilen am Unterschenkel ab, und nach 8 Tagen war die Abstossung in der Demarkationslinie vollendet, so dass nun das untere Drittheil beider Unterschenkelknochen vollkommen von Weichtheilen entblösst dalag, jedoch noch in Zusammenhang mit dem vollkommen mumificirten Fusse. Die Demarkationsfläche vernarbte allmälig, da Patient in der Hoffnung, die abgestorbenen Knochen werden sich von selbst wieder mit Fleisch bedecken, ihre Entfernung nicht zugeben wollte. Erst 14 Monate nach der Verletzung liess er sich zu diesem Zwecke in die Klinik aufnehmen. Die beistehende Fig. 190 giebt den Zustand des Beines bei der Aufnahme des Kranken wieder: die untern ²/₃ der Unterschenkelknochen sind vollkommen von Weichtheilen entblösst und stehen noch durch eingetrocknete Bänder mit dem mumificirten Fusse in Verbindung.

Fig. 190.



Druckbrand nach subcutaner Fractur des Unterschenkels in Folge einschnürenden Verbandes ein Jahr nach der Verletzung.

§. 296. Ueber die **Behandlung** der Gangrän und namentlich über die Prophylaxe derselben lassen sich folgende allgemeine Regeln aufstellen.

Was zunächst die Frage der primären oder prophylaktischen Amputation betrifft, so haben wir bereits früher (§. 274) ausführlich erörtert, dass dieselbe nur bei *unvermeidlicher* Gangrän des Gliedes gerechtfertigt ist, während in allen Fällen, in denen die Weichtheilverletzung überhaupt eine Heilung als möglich erscheinen lässt, die Erhaltung des Gliedes unter dem Schutze der Antiseptik versucht werden muss. Die vorhandene Continuitätstrennung der Hauptgefässstämme eines Gliedes, der Arterie sowohl als der Vene, legt nun zwar, namentlich am Oberschenkel und Oberarm, die Gefahr der Gangrän sehr nahe, und in der Regel sind noch weitere ausgedehnte Verletzungen vorhanden, so dass die primäre Amputation gewöhnlich vorzuziehen ist. Allein es muss doch daran erinnert werden, dass die Verletzung der Hauptgefässstämme keineswegs unvermeidliche Gangrän zur Folge hat, da ja wiederholt mit Erfolg die gleichzeitige Unterbindung des Hauptarterien- und Venenstammes ausgeführt worden ist. Ebenso wenig lässt sich oft von vornherein beurtheilen, welche Ausdehnung die nachträgliche Gangrän der gequetschten Weichtheile erreichen wird; hat man daher die Schwere der Verletzung unterschätzt, so schreitet man zur intermediären Amputation, sobald die Gangrän in allzu grosser Ausdehnung sich manifestirt. Die möglichst schleunige Amputation im Bereiche des Gesunden

ist desshalb angezeigt, um der Aufnahme von Fäulnissprodukten in den Kreislauf vorzubeugen. Unter den §. 264 zusammengestellten 254 complicirten Fracturen, bei denen die conservative Behandlung eingeleitet worden ist, sind insgesammt 9 Fälle wegen ausgedehnter Hautgangrän oder Gangrän eines ganzen Gliedabschnittes der intermediären Amputation unterzogen worden.

Was nun aber die Mittel betrifft, um dem Auftreten der Gangrän im weiteren Verlaufe vorzubeugen, so geben uns die oben angeführten ursächlichen Momente die geeigneten Anhaltspunkte. Entwickelt sich ein falsches Aneurysma, das die collateralen Bahnen zu verlegen droht, so muss dasselbe sofort eröffnet, der Bluterguss entfernt und das verletzte Gefäss doppelt unterbunden werden. Besteht eine erhebliche Dislocation der Bruchenden, so ist die exacte Reposition und Retention derselben unerlässlich, um sowohl der Compression benachbarter Gefässstämme als auch dem Druckbrand der bedeckenden Weichtheile vorzubeugen. Vor Allem aber ist, namentlich bei den Brüchen des Vorderarmes und Unterschenkels vor einer allzufesten Anlegung des Verbandes zu warnen und unter allen Umständen eine genaue Controle desselben in den ersten Tagen auszuüben, damit im Falle stärkerer Anschwellung oder Schmerzhaftigkeit der Verband sofort gewechselt werden kann. Ueberdies verdient die früher (§§. 192 und 200) aufgestellte Regel strengste Beachtung, dass bei Gegenwart gewisser Complicationen, nämlich bei umfangreichem und stark gespanntem Blutextravasat, drohender Perforation eines oberflächlichen Bruchendes, drohender Gangrän der Haut oder des ganzen Gliedes, die frühzeitige Anlegung eines Gypsverbandes absolut vermieden und eine einfache passende Lagerung des Gliedes vorgezogen werden soll, damit die weiteren Veränderungen an der Bruchstelle und ihrer Umgebung genau beobachtet werden können.

5) Venenthrombose und Embolie.

Als eine weitere Folge von Gefässverletzungen bei Knochenbrüchen reihen wir hier noch die Venenenthrombose an. Obgleich dieselbe als Complikation von Fracturen bisher in der deutschen Literatur fast gar keine Beachtung gefunden hat, liegt ihre praktische Bedeutung nicht blos darin, dass sie eine schwere Funktionsstörung des verletzten Gliedes bedingt, die selbst nach der Consolidation des Bruches noch lange Zeit fortzubestehen pflegt, sondern auch darin, dass sie die Gefahr plötzlich auftretender schwerer Zufälle und selbst eines momentanen Todes mit sich bringt.

§. 297. Fragen wir zunächst nach der Häufigkeit des Vorkommens der Venenthrombose bei Fracturen, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass sie in beschränkter Ausdehnung und ohne merkliche Erscheinungen hervorzurufen, bei der Mehrzahl der Fracturen in der Umgebung der Bruchstelle sich vorfindet. Bestimmte Angaben lassen sich allerdings hierüber nicht machen, da eben bei den Autopsieen auf das Verhalten der Venen nicht geachtet zu werden pflegt. Dass aber auch ausgedehnte Thrombosen häufig vorkommen, selbst ohne

äusserlich wahrnehmbare Erscheinungen, geht aus den Angaben von Durodié[1]) hervor, der bei 8 Autopsien, die zwichen dem 5. und 30. Tage nach der Fractur vorgenommen wurden, jedesmal Thromben in den tieferen Venen nachweisen konnte, die sich zuweilen bis in die grossen Venenstämme fortgesetzt hatten.

Um nun die Häufigkeit der Thrombose bei den einzelnen Fracturen zu ermitteln, habe ich 53 Fälle zusammengestellt, bei denen das Vorhandensein ausgedehnter Thrombosen theils durch die klinische Untersuchung, theils durch die Sektion festgestellt worden ist. Von diesen 53 Fällen kommt die grosse Mehrzahl auf die Fracturen der unteren Extremität (44 Fälle), und zwar vorwiegend die des Unterschenkels (32 Fälle), während auf die Fracturen an der oberen Extremität nur 9 Fälle treffen, nämlich 6 auf die des Oberarmes, 2 auf die des Vorderarmes und 1 Fall auf die Fractur des Schlüsselbeins. Sämmtliche Fälle, mit Ausnahme von dreien betreffen subcutane Fracturen.

Bezüglich des Lebensalters ergibt sich, dass sich die Fälle ziemlich gleichmässig auf das 4., 5., 6. und 7. Jahrzehnt vertheilen, während das 3. Dezennium mit 3 Fällen, das 1. und 2. gar nicht vertreten sind.

§. 298. Hinsichtlich der Aetiologie der Thrombose lassen die obigen Zahlenangaben nicht nur eine ausgesprochene Prädisposition der Brüche der unteren Extremität, speciell des Unterschenkels, sondern auch des vorgerückteren Lebensalters erkennen. Offenbar wird die Thrombose einestheils dadurch begünstigt, dass am Unterschenkel eine grössere Anzahl von Venenstämmen in unmittelbarer Nähe der Knochen vorhanden ist, anderentheils dadurch, dass bei älteren Personen häufig schon vorher Cirkulationsstörungen bestehen, die sich gerade am Unterschenkel besonders geltend machen, wie namentlich variköse Erweiterung der Venen, atheromatöse Entartung der Arterien und Herzdegeneration; in der That finden sich auch letztere Affektionen mehrfach in den Sektionsprotokollen notirt. Hiezu kommt noch als weiteres prädisponirendes Moment die anhaltende Ruhelage des gebrochenen Gliedes, da bekanntlich der venöse Rückfluss durch die Muskelaktion befördert wird.

Die unmittelbare Ursache der Thrombose ist entschieden gewöhnlich in der Verletzung oder Compression der Venen in der Nachbarschaft der Bruchstelle zu suchen. Die Verletzung geschieht durch die äussere Gewalt oder durch verschobene Bruchenden und Bruchsplitter und besteht in mehr oder weniger ausgedehnter Quetschung, Einreissung und Zerreissung der Venen, welche die Bildung von Thromben an den Verletzungsstellen zur Folge hat, die wiederum den Ausgangspunkt für fortgesetzte Gerinnungen bis in die grossen Venenstämme bilden. Oder die Ursache liegt in einer Compression der Venen, die wohl am häufigsten durch ein reichliches Blutextravasat in Verbindung mit der hinzutretenden diffusen ödematösen Schwellung der Weichtheile bewirkt wird. Denn in den meisten Fällen sind ausdrücklich die Erscheinungen einer heftigen Contusion und eines

---

[1]) Durodié, Étude sur les thromboses et l'embolie veineuses dans les contusions et les fract. Paris 1874.

reichlichen Blutextravasates erwähnt, und gerade in der unteren Partie des Unterschenkels, in welcher die Weichtheile durch straffe Fascien eingescheidet sind, entsteht hiedurch leicht eine bedeutende Störung der Cirkulation, welche sich bis zur völligen Stase und Gerinnung in den comprimirten Venenstämmen steigern kann. Ausserdem geschieht die Compression der Venen auch hie und da durch dislocirte Bruchenden und Bruchsplitter oder endlich, wie in einem von Kulenkampf (s. u. §. 303) mitgetheilten Falle durch einen einschnürenden Verband.

Dagegen muss die von Gosselin und anderen französischen Autoren aufgestellte Ansicht als eine irrthümliche bezeichnet werden, dass nämlich die Venenthrombose in unseren Fällen von einer primären Phlebitis abhängig sei, indem sich die Entzündung an der Bruchstelle auf die benachbarten Venen fortpflanze. Denn bei subcutanen Fracturen ist überhaupt von einer solchen Entzündung an der Bruchstelle als Ausgangspunkt einer Phlebitis gar keine Rede, und doch handelt es sich in unseren Fällen fast ohne Ausnahme um subcutane Fracturen mit übrigens ganz ungestörtem Heilungsverlaufe. Nur bei offenen Brüchen, und zwar im Gefolge jauchiger Eiterung und Phlegmone, kommt es zur Entwicklung einer Phlebitis, welche dann in der Regel mit eitriger Schmelzung der Thromben einhergeht, — ein Vorgang, mit dem wir uns hier nicht zu beschäftigen haben.

§. 299. Gehen wir weiter auf den Sitz der Thrombose näher ein, so ergibt sich aus den uns vorliegenden 25 Sektionsprotokollen von Unterschenkelfracturen, die wir hier allein berücksichtigen wollen, die constante Thatsache, dass die oberflächlichen Venen an der Thrombose keinen Antheil haben, sondern stets frei und durchgängig gefunden wurden. Es sind ausschliesslich die tiefen Venen, die Vv. tibial. ant. und post. und die Vv. peron. entweder einzeln oder insgesammt mit Thromben erfüllt, die bald nur einzelne Strecken, bald das ganze Gefäss bis in die peripheren Wurzeln und die einmündenden Muskeläste einnehmen. Gewöhnlich setzen sich die Thromben continuirlich oder mit Unterbrechung in die grossen Venenstämme fort, und zwar meist bis in die V. poplitea oder femoralis, zuweilen auch in die V. iliaca ext. und commun., ja sogar bis in den Anfang der V. cava. Aus der Beschaffenheit und der Adhärenz der Thromben in den Venen des Unterschenkels ist wiederholt mit Bestimmtheit nachgewiesen, dass dieselben älter als die Thromben in den grossen Venenstämmen waren.

§. 300. Die Diagnose der Venenthrombose am Lebenden ist oft nicht mit voller Sicherheit zu stellen. Denn da der direkte Nachweis nur dann zu liefern ist, wenn man den thrombosirten Venenstamm als einen resistenten Strang palpiren kann, so ist dieser Nachweis bei allen tiefgelegenen Venen, namentlich des Unterschenkels, unmöglich, während er allerdings bei der V. cruralis und brachialis oft gelingt. Allein die Untersuchung selbst ist überdies mit der Gefahr verbunden, dass durch diese Manipulationen ein Thrombus von der Venenwand abgelöst oder zerdrückt und somit Veranlassung zur Embolie gegeben werden kann. Ist aus diesem Grunde bei der Untersuchung jedenfalls die grösste Vorsicht geboten oder führt sie auch zu keinem positiven Ergebniss,

so lässt sich doch die Diagnose mit grösster Wahrscheinlichkeit stellen. sobald die Thrombose erhebliche Cirkulationsstörungen im Gefolge hat.

§. 301. Die häufigste Folge ausgedehnter Venenthrombose ist eine ödematöse Anschwellung des Gliedes.

Dieselbe unterscheidet sich von dem gewöhnlich nach der Fracturheilung auftretenden Oedem dadurch, dass sie nicht erst nach der Abnahme des Verbandes, sobald der Gebrauch des Gliedes wieder aufgenommen wird, sich einstellt, sondern schon während der Heilung der Fractur und vor der Entfernung des Fracturverbandes. Aus der uns vorliegenden Casuistik ist zu entnehmen, dass das Auftreten des Oedems meist in der 2.—4. Woche nach der Verletzung beobachtet worden ist. Das Oedem pflegt sich über die ganze Extremität zu erstrecken, bewirkt eine oft sehr bedeutende Volumzunahme desselben und zeichnet sich überdies durch seine Härte, geringere Eindrückbarkeit und insbesondere durch grosse Hartnäckigkeit aus, so dass es meist mehrere Wochen und Monate nach der Heilung des Bruches noch fortbesteht. In Folge der bedeutenden Anschwellung, die an der unteren Extremität beim Stehen und Gehen sich noch vermehrt, wird natürlich auch die Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit des Gliedes lange Zeit verzögert.

Von besonderem Interesse ist ein neuerdings von Lane[1]) beobachteter Fall von ungewöhnlich weit ausgedehnter Thrombose der Venen nach Vorderarmfractur. Bei einer Frau, die sich durch Fall einen subcutanen Bruch des Vorderarmes mit starker Contusion zugezogen hatte, trat nach anfänglich ungestörtem Verlaufe im Beginn der 4. Woche ein starkes Oedem der ganzeu Extremität auf, das allmälig wieder verschwand, jedoch in der 8. Woche in stärkerem Grade sich wiederholte und vom Arme über die Schulter, Brust und die ganze Hals- und Gesichtshälfte ausdehnte. Allmälig verschwand das Oedem wieder, indem es auf den Arm beschränkt blieb, um sich noch mehrmals in den folgenden Monaten zu wiederholen. Die Diagnose wurde auf Thrombose der V. brachialis, subclavia, innominata und jugularis int. gestellt, indem im Verlaufe der V. jugularis int. ein derber Strang palpirt werden konnte. Die Patientin befand sich auf dem Wege der Heilung.

§. 302. Viel seltener ist eine andere Folge der Venenthrombose, nämlich die Lungen- und Herzembolie, die häufig plötzlichen Tod während oder nach einem übrigens ganz ungestörten Heilungsverlaufe zur Folge hat.

Das Ereigniss, das bekanntich auch im Gefolge anderer, selbst geringfügiger Verletzungen und Operationen hie und da vorkommt, ist zuerst von dem Begründer der ganzen Lehre von der Embolie. Virchow, im Jahre 1846 nach einem Schenkelhalsbruch, dann von Velpeau (1862) nach einem Bruch des Unterschenkels beobachtet worden. Seither lenkte namentlich Azam (1864) die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, der neuerdings wieder gleichfalls von französischen Autoren, Durodié (1874) und Levrat (1880) weiter bearbeitet worden ist. Die von dem letzteren Autor gesammelte Casuistik umfasst 12 Todesfälle durch Embolie im Gefolge von Fracturen, von denen 8 durch die Autopsie constatirt sind, sowie 5 Fälle mit Ausgang in Genesung. Ich habe diese Statistik vervollständigt und im Ganzen

---

[1]) Med. Times and Gaz. 1884. Vol. I. p. 611.

35 Fälle, darunter eine eigene Beobachtung, zusammengestellt[1]), von denen 30 tödtlich endigten und 23 durch die Autopsie bestätigt wurden.

Die Embolie kommt, wie die ursächliche Venenthrombose, weitaus am häufigsten bei Brüchen des Unterschenkels vor; unter den 35 Fällen unserer Casuistik finden sich 24 Fracturen des Unterschenkels, 7 des Oberschenkels, 1 der Kniescheibe und 3 des Oberarmes. Die Brüche sind fast ohne Ausnahme subcutane und betreffen Personen im vorgerückteren Lebensalter, zumeist im Alter von 40 bis 60 Jahren, während die niederste Grenze das Alter von 25 Jahren bildet.

Der Zeitpunkt des plötzlichen Eintrittes der Embolie schwankte von dem 4.—72. Tage nach der Verletzung; im Einzelnen fiel derselbe

1mal auf den 4. Tag
11 „ „ „ 13.—20. Tag
6 „ „ „ 21.—30. „
5 „ „ „ 31.—40. „
5 „ „ „ 41.—50. „
2 „ „ „ 55.—57. „
1 „ „ „ 72. Tag.

Dieser Termin fällt also bald in die frühere oder spätere Periode des Heilungsverlaufes, bald in die Zeit nach vollendeter Consolidation des Bruches, wenn der Verletzte, anscheinend geheilt, bereits des Wiedergebrauches des Gliedes sich zu erfreuen beginnt.

Pflegt auch die Attaque selbst, wie ein Blitz aus heiterem Himmel, unerwartet und plötzlich einzutreten, so lässt sich doch oft genug nachweisen, dass irgend welche lebhaftere aktive oder passive Körperbewegungen unmittelbar vorausgegangen sind, welche die Losreissung und Verschleppung des Thrombus bewirkten. Beispielsweise erfolgte die Attaque mehrmals nach der Abnahme oder dem Wechsel des Verbandes, nach dem Aufrichten im Bette bei der Benützung der Bettschüssel, nach längeren Gehversuchen oder nach stärkeren passiven Bewegungen mit dem gebrochenen Gliede behufs diagnostischer Untersuchung.

§. 303. Bei der Schilderung des Krankheitsbildes sind dreierlei Fälle zu unterscheiden, je nachdem die Embolie entweder rasch zum Tode führt oder einen protrahirten Verlauf nimmt oder mit Genesung endigt.

1) Fassen wir zunächst die Fälle mit raschem tödtlichem Ausgange in's Auge, welche die grosse Mehrzahl unserer Casuistik ausmachen, so verläuft die Katastrophe oft in der Art, dass der Kranke plötzlich mit einem tiefen Seufzer oder Aufschrei oder dem Rufe: „ich ersticke" umsinkt und in wenigen Augenblicken eine Leiche ist. Oder er wird mit einem Male von schwerer Athemnoth ergriffen: das Gesicht blau, die Augen hervorgetrieben, zuweilen Schaum vor dem Munde, ringt er nach Luft, bis nach kurzer Zeit die anfangs stürmische Herzthätigkeit und Athmung erlahmt und fast gleichzeitig erlischt. Hie und da gehen auch als Vorboten heftige Herzpalpitationen, Angst

---

[1]) P. Bruns, Ueber plötzliche Todesfälle nach Knochenbrüchen in Folge von Venenthrombose und Embolie. Beiträge zur klin. Chirurgie. Herausgeg. von P. Bruns, Bd. II. Heft 1. 1886. S. 1.

und Präkordialschmerz voraus, und in einem Falle eigener Beobachtung gab die Kranke vor dem Anfalle einen plötzlichen Schmerz in der Herzgegend an, „wie wenn inwendig etwas zerrissen wäre."

Es erfolgt demnach gewöhnlich der Tod unter den ausgesprochenen Erscheinungen der Asphyxie. Jedoch sind auch einige Fälle beobachtet, in denen der Kranke einem Anfall von Syncope erlag: es schwindet plötzlich das Bewusstsein, die Herzthätigkeit ist äusserst schwach, unregelmässig und intermittirend, um in wenigen Augenblicken oder Minuten ganz zu erlöschen.

Als Todesursache ist in den 23 Fällen, in denen die Autopsie vorgenommen wurde, 20mal Embolie der Lungenarterien, 3mal Embolie des rechten Herzens constatirt worden.

Was zunächst die Embolie der Lungenarterien betrifft, so hatte sie ihren Sitz je 3mal im rechten und linken Hauptaste, 5mal im Stamm und den beiden Aesten bis in die Verzweigungen zweiter Ordnung, 2mal im Stamm der Lungenarterie allein bis zur Bifurkation und 1mal im Stamm und dem linken Aste zugleich. Die Emboli, bestehend aus einem oder mehreren gänsekiel- bis bleistiftdicken Stücken von Venenthromben, zeigten eine sehr verschiedene Länge, je nach dem Sitze in dem Stamm oder den Aesten der Pulmonalarterie: erfüllte der Embolus blos einen der beiden Hauptäste, so betrug seine Länge nur etwa 3—6 cm; war dagegen der Stamm sammt den Hauptästen verstopft, so maass der thrombotische Strang 12, 15, 28, 36 und ein Mal sogar 50 cm, indem er meist aus einzelnen Fragmenten bestand, die „wie ein Haufen Blutegel" zu einem Knäuel zusammengerollt und verschlungen waren. Wie sich aus der Vergleichung des Calibers des Embolus sowie dem Nachweis eines Venenthrombus mit abgebrochenem Ende gewöhnlich ermitteln liess, stammte der Embolus meist von einem Thrombus der V. femoralis oder poplitea, mehrmals auch von einem solchen der V. iliaca; in einem Falle liess sich aus dem verschiedenen Caliber der Emboli und einem gablig getheilten Fragment entnehmen, dass die Thromben aus zwei tiefen Venen des Unterschenkels stammten, welche in der V. poplitea zusammengeflossen waren.

Ich lasse im Nachstehenden einige der prägnantesten und am besten beschriebenen Beobachtungen folgen.

Die zuletzt angeführte Beobachtung stammt von Azam [1]). Subcutaner Schrägbruch des unteren Endes des Unterschenkels bei einer 36jährigen Frau. Starker Bluterguss, ungestörter Verlauf bis zur Consolidation. Am 35. Tage, als Patientin sich im Bett aufrichtete, fiel sie plötzlich mit einem tiefen Seufzer todt zurück. Autopsie: der Stamm der Art. pulmonalis und deren Aeste bis in die Verzweigungen zweiter Ordnung waren vollständig von einem 50 cm langen Gerinnsel ausgefüllt, das „wie ein Haufen Blutegel" aus zusammengerollten Strängen bestand; dasselbe setzte sich aus einzelnen Stücken von 5—6 cm Länge zusammen, die verschiedenes Caliber zeigten, der eine Strang von Gänsekieldicke war 30 cm lang, der andere von Bleistiftdicke 17 cm, ausserdem ein 3 cm langes Stück von 3fach stärkerem Caliber und einem kurzen, gablig getheilten Fragment. Die beiden langen Gerinnsel stammten ohne Zweifel aus zwei verschieden starken Unterschenkelvenen, zwischen denen das gabelförmige Gerinnsel die Verbindung bildete; das dickste Gerinnsel schien dagegen von dem obern Ende der V. femoral. zu stammen.

Beobachtung von Velpeau [2]). Eine 46jährige Frau hatte einen subcutanen Splitterbruch des rechten Unterschenkels mit bedeutendem Blutextravasat erlitten,

---

[1]) Bull. de l'acad. de méd. 7 Juin 1864.
[2]) Compt. rend. de l'acad. des scienc. 7 avril 1862.

der einen günstigen Verlauf nahm, jedoch erst nach 3 Wochen die Anlegung eines Dextrinverbandes gestattete. Am 2. Tage darauf stiess Patientien plötzlich während der Unterhaltung einen lauten Schrei aus, bekam heftige Herzpalpitationen, wurde livide im Gesicht und war nach wenigen Minuten verschieden. Autopsie: der Stamm der Art. pulmonalis und ihre beiden Hauptäste bis zu den Theilungen zweiter Ordnung waren mit einem Gerinnsel vollkommen verstopft, das wurmförmig zusammengeknäult eine Dicke von 8 mm und eine Länge von 36 cm besass. Der Embolus stammte aus der V. iliaca. In der Umgebung der Bruchstelle sämmtliche Weichtheile mit Blut infiltrirt, die Venen mit Thromben gefüllt. In dem oberen Theile der V. femoralis und in dem anstossenden Theile der V. iliaca ext. ein fest adhärirendes Gerinnsel von derselben Beschaffenheit wie der Embolus.

Beobachtung von Lannelongue[1]). Subcutane Fractur des unteren Endes des Unterschenkels bei einer 66jährigen Frau; bedeutendes Blutextravasat, anfangs günstiger Verlauf. Am 16. Tage beim Aufrichten im Bette stiess Patientin plötzlich den Ruf aus „ich ersticke" und verschied. Autopsie: Art. pulmonalis an der Bifurkation mit einem Gerinnsel verstopft, das aus mehreren Stücken von Gänsekiel- und Bleistiftdicke bestand; ein 8 cm langes Fragment war schlingenförmig über den Theilungssporn umgebogen und erstreckte sich mit beiden Enden in die zwei Aeste hinein. In der Nähe der Bruchstelle die Vv. tibial. post. bis in ihre feinsten Zweige mit fest adhärirenden Thromben verstopft. Desgleichen ein Thrombus in der V. femoralis und ein völlig freies Gerinnsel in der V. cava.

Beobachtung von Demarquay[2]). Fractur des unteren Endes der Tibia bei einer 46jährigen Frau. Am 30. Tage plötzlicher Tod nach dem Gebrauche der Bettschüssel. Sektion: Stamm und linker Ast der Art. pulmonalis durch ein 11—12 cm langes Gerinnsel mit abgebrochenen Enden verstopft, auch im rechten Herzen mehrere Fragmente; in der linken Lunge ein älterer embolischer Infarkt. In den Venen des Oberschenkels und in der V. cava Gerinnsel von derselben Beschaffenheit.

Beobachtung von Labbé[3]). Subcutane Fractur in der Mitte der Tibia mit enormem Blutextravasat. Am 47. Tage plötzlicher Anfall von Asphyxie und Tod. Sektion: Embolie des Stammes und des linken Astes der Art. pulmonalis. In der V. femoralis Thromben von derselben Beschaffenheit.

Beobachtung von Bouchard[4]). Subcutaner Bruch beider Knöchel bei einer 61jährigen Frau; ungestörte Heilung. Nach 57 Tagen bei längeren Gehübungen plötzlicher Erstickungstod. Sektion: Embolie des Stammes und beider Hauptäste der Art. pulmonalis. V. poplitea und femoralis mit alten bröcklichen Thromben erfüllt, deren Ende in der V. iliaca ext. abgebrochen ist. Fettherz.

Beobachtung von Ore[5]). Subcutaner Splitterbruch des unteren Endes des Unterschenkels bei einem 42jährigen Manne; starke Contusion, anfangs günstiger Verlauf. Am 25. Tage, nach dem Wechsel des Schienenverbandes, plötzlicher Anfall von Erstickungsnoth, der nach 8 Stunden zum Tode führte. Sektion: Embolie des rechten Ventrikels, des Stammes und der beiden Aeste der Art. pulmon.; die einzelnen Stücke des Embolus zusammengesetzt geben ein Gerinnsel von 28 cm Länge, das wahrscheinlich aus der V. femoralis stammte. Die Vv. tibialis ant. und post. mit fest adhärirenden Thromben erfüllt, in der V. femoralis unter dem Arcus cruris ein fest adhärirender Thrombus mit abgebrochenem Ende.

Beobachtung von Southam[6]). Subcutaner supramalleolärer Bruch der Fibula bei einem 60jährigen Manne; keine Complikation. Am 18. Tage ohne äussere Veranlassung plötzlicher Tod unter den Erscheinungen der Syncope und Asphyxie. Sektion: Embolie der Art. pulmonalis durch ein Gerinnsel aus der V. poplitea, das sich von der V. tibialis post. aus fortgesetzt hatte.

Beobachtung von Weil[7]). Subcutaner Bruch des unteren Endes der Fibula bei einem 54jährigen Manne. Am 19. Tage beim Aufschneiden des Gypsverbandes plötzlicher Tod. Sektion: Embolie der linken Art. pulmonalis bis in die grösseren Zweige. Vv. tibialis post. und peronea vollständig thrombosirt. Art. tibialis atheromatös. Fettherz.

---

[1]) Bull. de la soc. méd.-chirurg. de Bordeaux. T. II. 1867. p. 439.
[2]) Bull. de l'acad. de méd. 26 août. 1873.
[3]) Bull. de la soc. de chir. 12. oct. 1864.
[4]) Bull. de la soc. anatom. 1863. p. 162.
[5]) Durodié l. c. p. 66.
[6]) Lancet. 1879. Vol. I. p. 296.
[7]) Prag. med. Wochenschr. 1880. Nr. 13.

Eigene Beobachtung[1]). Subcutaner Bruch des Femur durch die Trochanterpartie bei einer 55jährigen Frau; nach 15 Tagen Oedem der Extremität. Am 25. Tage plötzlich Präkordialschmerz, rasch zunehmende Dyspnoe, nach einigen Stunden Tod. Sektion: Embolie der rechten und linken Art. pulmonalis. V. profund. und circumfl. fem., oberes Ende der V. femoralis und V. iliaca thrombosirt, ebenso die kleinen Venenzweige um die Bruchstelle.

Gegenüber den eben geschilderten Fällen von Lungenembolie sind die Todesfälle durch Embolie des rechten Herzens weit seltener und in unserer Casuistik nur durch 3 Fälle von Tillaux, Kulenkampf und Dauvé vertreten. Da dieses Vorkommniss überhaupt früher bezweifelt und erst neuerdings, zuerst von Tillaux nachgewiesen worden ist, so muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass in allen 3 Fällen nur das rechte Herz durch einen Embolus, der ein Mal sogar die Länge von 30 cm besass, verstopft war, während die Art. pulmonalis völlig frei gefunden wurde. Uebrigens sind auch unter unseren Beobachtungen von Embolie der Pulmonalarterie mehrmals gleichzeitig Fragmente der Emboli im rechten Herzen vorgefunden worden.

Die drei Beobachtungen sind folgende:

Beobachtung von Tillaux[2]). Subcutane Fractur beider Knöchel bei einer 50jährigen Frau; nach einigen Wochen starke ödematöse Anschwellung des Gliedes. Nach 42 Tagen plötzlicher Anfall von Bewusstlosigkeit und schwacher unregelmässiger Herzaktion, der nach wenigen Minuten zum Tode führt. Sektion: im rechten Ventrikel ein über 2 cm langes, bleistiftdickes Gerinnsel mit einem konischen und einem abgebrochenen Ende, das zwischen den Chordae tendineae festgehalten war. Herz und Lungen übrigens normal, Art. pulmonalis vollkommen frei. Der Embolus stammte aus der V. femoralis, die in ihrer ganzen Länge ebenso wie die V. poplitea, tibialis ant., post. und peronea thrombosirt war.

Beobachtung von Kulenkampf[3]). Subcutaner Bruch beider Knöchel bei einem 25jährigen Manne. Der zuerst angelegte Gypsverband war zu fest, so dass er wegen bedeutender Anschwellung gewechselt werden musste. Am 20. Tage plötzlicher Tod. Sektion: im rechten Ventrikel ein 30 cm langes, stark bleistiftdickes, zu einem verschlungenen Knäuel zusammengerolltes Gerinnsel, das an seinem dünneren Ende gablig getheilt war und in zwei mehrere Centimeter lange Aeste auslief. Die Untersuchung der Venen des verletzten Beines unterblieb.

Beobachtung von Dauvé[4]). Offene Fractur der linken Tibia. Nach 3 Monaten plötzlicher Tod durch Syncope. Sektion: Embolus im rechten Herzen, der sich vom Vorhof in den Ventrikel verlängert. Mündung und Aeste der Art. pulmonalis frei, Lunge gesund, ohne Congestion.

§. 304. 2) Führt die Embolie nicht zu raschem Tode, so kann sie doch durch schwere Folgezustände in kürzerer oder längerer Zeit den tödtlichen Ausgang verschulden. Unter den letzteren ist gewiss der embolische Lungeninfarkt die häufigste Todesursache. Während die Fälle der ersteren Art natürlich die meiste Aufmerksamkeit erregt haben, wird bei protrahirterem Verlaufe gewiss die Embolie als Ursache des Todes häufig verkannt. So sind denn auch aus unserer Casuistik nur die beiden nachstehenden Beobachtungen von Virchow[5]) und Pribram[6]) hieher zu rechnen, in welchen der Tod 6 Wochen nach

---

[1]) Beiträge zur klinischen Chirurgie. Herausgeg. von P. Bruns. Bd. II. 1886. S. 1.

[2]) Bull. de la soc. de chir. 1875. p. 340.

[3]) Centralblatt für Chirurgie. 1883. S. 324.

[4]) Recueil de mém. de méd. milit. 1880. p. 175.

[5]) Traube's Beiträge zur experimentellen Pathologie u. Physiologie. 2. Heft. 1846. S. 15.

[6]) Prag. med. Wochenschr. 1864. Nr. 52.

einem intrakapsulären Schenkelhalsbruch in Folge brandiger Lungeninfarkte erfolgte.

Die Beobachtung von Virchow betrifft einen 60jährigen kachektischen Mann, der sich beim Fall von einem Stuhle eine intrakapsuläre Fractur des rechten Schenkelhalses zugezogen hatte. Starkes Oedem der ganzen Extremität. Nach 6 Wochen plötzlich Schüttelfrost, Erscheinungen doppelseitiger Pleuro-Pneumonie, Delirien, Bewusstlosigkeit und Tod nach 4 Tagen. Sektion: in der V. profunda femor. ein entfärbtes, etwas brüchiges Gerinnsel, das sich durch den oberen Theil der V. femoralis und die iliaca noch eine kurze Strecke in die V. cava hinein fortsetzte und mit einem unregelmässigen Ende aufhörte. An der Einmündung der Cava ins Herz ein $1^1/_2$ Zoll langer Embolus, der gabelförmig auf der zu einem Strange geschrumpften Eustach'schen Klappe ritt, so dass die beiden Schenkel in den Vorhof hineinragten. In den Aesten der Art. pulmonalis fanden sich Pfröpfe von älterem und jüngerem Datum vor als das Herzgerinnsel. Auf beiden Seiten „Pleuro-Pneumonie mit brandigen hämoptoischen Infarkten". Herz sammt Klappen völlig normal.

Beobachtung von Pribram. Ein übrigens gesunder Mann von 63 Jahren war wenige Sprossen von einer Leiter herabgefallen und auf die Sohle des rechten Fusses zu stehen gekommen, jedoch gleich darauf auf die rechte Seite umgestürzt. Es fanden sich die Erscheinungen eines intrakapsulären Schenkelhalsbruches mit geringer Verkürzung. Da ein Verband mit permanenter Extension nicht ertragen wurde, begnügte man sich mit einfacher Lagerung auf Kissen. Am 33. Tage stellte sich plötzlich Schüttelfrost und reichliche Hämoptoe ein, die sich an demselben und den folgenden Tagen mehrmals wiederholte. Die Untersuchung ergab eine Infiltration des Oberlappens der linken Lunge. Dabei Puls klein, frequent, Gesicht cyanotisch, Athmung oberflächlich, Hustenreiz, Sputa blutig, fötid, dünnflüssig, rascher Kräfteverfall. Tod am 38. Tage. Bei der Sektion fand sich ein zolllanger, mürber, bräunlicher Embolus in dem Pulmonalaste des linken oberen Lappens und in dessen Bezirk ein brandiger Infarkt; in der rechten V. iliaca ext. ein Thrombus von derselben Beschaffenheit wie der Embolus.

§. 305. 3) Endlich sind noch diejenigen Fälle zu erwähnen, in denen die Embolie der Lungenarterie einen günstigen Verlauf nimmt und mit Genesung endigt.

Angesichts des häufigen Vorkommens der Venenthrombose nach Fracturen sind derartige Fälle gewiss nicht selten, wenn auch unsere Casuistik nur 5 Beobachtungen umfasst. Denn man muss berücksichtigen, dass in den leichten Fällen, in denen es sich nur um Embolieen kleiner Zweige handelt, die Erscheinungen zu unbestimmt sind, um eine sichere Diagnose zu stellen — vielleicht nur ein vorübergehender Anfall von Beklemmung mit Herzpalpitationen, Athemnoth u. s. f. Handelt es sich dagegen um multiple Embolieen oder solche grösserer Zweige der Pulmonalarterie mit nachfolgender ausgedehnter Infarktbildung, so ist das klinische Bild recht charakteristisch: in der früher angegebenen Periode der Fracturheilung erfolgt, meist nach einer vorausgegangenen stärkeren Bewegung oder Anstrengung, plötzlich ein Anfall von Asphyxie oder Syncope, der eine verschiedene Heftigkeit und Dauer zeigt. Nachdem der Anfall vorübergegangen, besteht ein Zustand von Abgeschlagenheit mit Oppressionsgefühl und Schmerz auf der Brust und verstärkten Herzpalpitationen fort, und zuweilen gelingt es in den folgenden Tagen, aus den physikalischen Erscheinungen einer umschriebenen Lungeninfiltration und den sanguinolenten Sputis das Vorhandensein und den Sitz eines Lungeninfarktes zu constatiren. Die embolische Natur des letzteren ist dann um so sicherer, wenn ein vorhandenes Oedem des gebrochenen Gliedes auf Venenthrombose schliessen lässt.

Als Beispiele mögen folgende Beobachtungen dienen:

Beobachtung von Azam[1]). Bruch des unteren Endes des Oberarms bei einer 53jährigen Frau. Am 18. Tage, nachdem eine Thrombose der V. brachialis constatirt worden war, plötzlicher Anfall von Asphyxie; in den folgenden Tagen Abgeschlagenheit, unregelmässiger Puls, Schmerz und Oppression auf der Brust, sanguinolente Sputa. Nachdem sich der Anfall in geringerer Heftigkeit noch mehrmals wiederholt hatte, trat Heilung ein.

Beobachtung von Houel[2]). Bruch des Oberschenkels bei einem 45jährigen Manne. Oedem der ganzen Extremität. Am 31. Tage plötzlicher Anfall von Bewusstlosigkeit, Schwäche der Herzaktion und stertoröser Athmung; nach 2 Minuten Rückkehr des Bewusstseins, jedoch Gefühl von Oppression auf der Brust. In den folgenden Tagen blutige Sputa. Heilung. Das Oedem des Gliedes besteht noch längere Zeit fort.

Beobachtung von Tillaux[3]). Bruch beider Knöchel bei einem Manne; nach 20 Tagen Thrombose der V. femoralis und Oedem des Gliedes. Nach 24 Tagen, beim Versuche aufzustehen, plötzlicher Anfall von Bewusstlosigkeit, der nach 2 Minuten wieder vorübergeht. Am Abend wiederholt sich derselbe Anfall, dauert jedoch nur wenige Sekunden. Heilung. Das Oedem des Gliedes besteht noch einige Zeit fort.

§. 306. Die grossen Gefahren, welche die Venenthrombose durch ihre eben geschilderten Folgezustände in sich birgt, erheischen dringend gewisse prophylaktische Maassregeln.

Um der Venenthrombose vorzubeugen, ist es namentlich bei älteren Personen mit Unterschenkelbrüchen angezeigt, die Cirkulation in dem gebrochenen Gliede auf jede Weise zu befördern, insbesondere durch geeignete Lagerung des Gliedes und sorgfältige Vermeidung jedes Druckes und jeder Einschnürung von Seiten des Verbandes. Ausserdem muss unter Umständen die Herzaktion durch kräftige Diät und Stimulantien angeregt werden.

Liegt bereits der Verdacht auf ausgedehntere Venenthrombose vor, so ist eine möglichst absolute Ruhe des betreffenden Gliedes sowohl als des Kranken überhaupt unerlässlich, um der Gefahr der Losreissung und Verschleppung von Gerinnseln entgegen zu wirken. Man vermeide sorgfältig alle brüsken Bewegungen bei der Untersuchung sowie bei der Anlegung und dem Wechsel des Verbandes, man vermeide alle Durchtastungen im Verlaufe der Venen und hauptsächlich jede Anwendung der Massage. Ebenso ist sorgfältig darauf zu achten, dass der Kranke selbst sich vor jeder körperlichen Anstrengung hüte und bei Fracturen an der unteren Extremität das Bett nicht eher verlässt, bis die Gefahr der Embolie voraussichtlich vorüber ist, also nach den bisherigen Erfahrungen erst nach Ablauf von 10 Wochen.

Cap. II.

Verletzung und Compression der Nervenstämme und deren Folgen.

§. 307. Die Verletzung und Compression von Nervenstämmen im Zusammenhang mit Knochenbrüchen ist ein recht seltenes Vorkomm-

---

[1]) Bordeaux méd. 15 Janv. 1872.

[2]) Bull. de la soc. de chir. 25 oct. 1865.

[3]) Bessou, L'embolie pulmonaire non mortelle dans les contusions et les fract. Paris 1878. p. 28.

niss, zumal wenn man die Häufigkeit der letzteren in Betracht zieht. Denn es kommen bekanntlich Nervenverletzungen überhaupt selten durch stumpfe Gewalten zu Stande, da die Nervenstämme vermöge ihrer tiefen Lage, grossen Verschieblichkeit und Resistenzfähigkeit jenen Gewalten leicht entgehen.

Immerhin ist jedoch diese Complikation eine entschieden häufigere, als bisher allgemein angenommen wird. Denn wenn *Malgaigne* ausdrücklich erklärt: „La lésion des troncs nerveux est excessivement rare dans les fractures“ und auch *Gurlt* nur gelegentlich einige solche Beobachtungen anführt, so erklärt sich diese Annahme eben daraus, dass die Nervenverletzungen überhaupt erst in neuerer Zeit gebührende Beachtung gefunden haben. Gewiss sind früher manche leichtere Nervenverletzungen ganz übersehen und viele Fälle, in denen nach Knochenbrüchen eine „Schwäche“ oder „Lähmung“ des Gliedes zurückgeblieben ist, auf andere Weise erklärt worden. Aber noch jetzt, nachdem sich die Beobachtungen von Nervenverletzungen bei Fracturen rasch gehäuft haben, werden dieselben als Raritäten mitgetheilt — offenbar desshalb, weil bisher die zerstreute Casuistik nie vollständig gesammelt und somit die Frequenz dieser Complikation nicht ermittelt worden ist.

Ich habe desshalb eine möglichst vollständige Zusammenstellung der Casuistik versucht, welche die überraschend grosse Zahl von *189 Fällen von Nervenverletzungen bei Fracturen* ergab [1]), einschliesslich 3 Fälle eigener Beobachtung. Selbstverständlich sind auch hier wie bei den Gefässverletzungen jene schwersten Fälle von Verletzungen der Glieder mit ausgedehnter Zerquetschung und Zerreissung der Weichtheile, welche nicht mehr den Namen von Knochenbrüchen verdienen und der primären Amputation anheimfallen, ausgeschlossen worden. Zum Belege hiefür mag die Thatsache dienen, dass sämmtliche Beobachtungen, mit Ausnahme von 21, subcutane Fracturen betreffen.

Die Nervenverletzungen bei Fracturen vertheilen sich in sehr ungleicher Weise auf die einzelnen Nervenstämme. *Weitaus am häufigsten ereignen sie sich an den Nervenstämmen der oberen Extremität*, welche insgesammt 138 Fälle ausmachen, während auf die untere Extremität nur 35 und auf die des Gesichtes 16 Fälle treffen.

Im Einzelnen betreffen:

an der oberen Extremität . .	21	Fälle	den	Plex.	brachialis,
	1	Fall	„	Nerv.	axillaris,
	77	Fälle	„	„	radialis,
	19	„	„	„	ulnaris,
	17	„	„	„	medianus,
	1	Fall	„	„	medianus und radialis,
	1	„	„	„	ulnaris und radialis,
	1	„	„	„	„brachialis“,
an der unteren Extremität . .	4	Fälle	„	„	ischiadicus,
	1	Fall	„	„	cruralis,
	25	Fälle	„	„	peroneus,
	2	„	„	„	tibialis,
	3	„	„	„	tibialis und peroneus,
am Kopfe	11	„	„	„	alveolaris infer.,
	5	„	„	„	infra-orbitalis.

[1]) Der literarische Nachweis der Casuistik ist im Literaturverzeichniss enthalten.

Gehen wir näher darauf ein, wie sich diese Nervenverletzungen auf die Fracturen der einzelnen Knochen und Knochenpartieen vertheilen, so ergibt sich die Thatsache, dasss die Fracturen des Humerus weitaus am häufigsten mit Nervenläsionen complicirt sind, und zwar vorzugsweise mit solchen des N. radialis. Es liegen nämlich 101 Fälle von Humerusfractur vor, von denen 73 mit Verletzung des N. radialis, 14 mit Verletzung des N. ulnaris, 8 mit solcher des N. medianus und 4 mit Verletzung des Plex. brachialis complicirt waren; in einem Falle lag eine gleichzeitige Verletzung des N. radialis und medianus vor, 1mal war der „Brachialnerv“ verletzt. Offenbar ist die grosse Häufigkeit der Radialisverletzungen darin begründet, dass der Nerv beinahe in seinem ganzen Verlaufe am Oberarm dem Humerusschaft dicht anliegt und überdies demselben nicht parallel verläuft, sondern ihn in langgedehnter Spirale umkreist, so dass er nicht blos den äusseren Gewalten, sondern insbesondere den dislocirten Bruchenden viel weniger leicht auszuweichen vermag.

Gehen wir noch etwas näher auf den Sitz der Humerusfracturen ein, so ergibt sich, dass — abgesehen von 33 Fällen ohne nähere Angabe des Sitzes, darunter 25 mit Radialisverletzung — die Fracturen des oberen Drittels des Humerus je 4mal Verletzungen des ganzen Plex. brachialis und des N. radialis und je 1mal des N. medianus und ulnaris aufweisen, die des mittleren Drittels 25mal Verletzungen des N. radialis, die des unteren Drittels 19mal Verletzungen des N. radialis, 12mal des N. ulnaris und 2mal des N. medianus.

Für den N. radialis sind also die Fracturen des mittleren und unteren Drittels die gefährlichsten, für den N. ulnaris die des unteren Endes, insbesondere des Condyl. int. und der Epitrochlea.

In zweiter Reihe folgen die Fracturen des Unterschenkels, von denen 24 Fälle mit gleichzeitiger Nervenverletzung vorliegen. Hier sind besonders häufig die Fracturen des oberen Endes der Fibula mit Verletzungen des N. peroneus complicirt, der sich daselbst ähnlich wie der N. radialis dicht um den Knochen herumschlingt. Die Gesammtzahl von 12 solchen Fällen ist im Verhältniss zu dem seltenen Vorkommen dieser Fractur eine relativ grosse. Ausserdem ist ein Mal bei Bruch des unteren Endes der Fibula eine Läsion des N. peroneus superficial. beobachtet worden. Von den Fracturen der Diaphysen beider Unterschenkelknochen sind 8 Fälle mit Verletzung des N. peroneus, 2 mit solcher des N. tibialis und 1 Fall von gleichzeitiger Verletzung dieser beiden Nervenstämme beobachtet worden.

Hierauf folgen die Brüche der Vorderarmknochen mit 18 Fällen, von denen 9 den N. medianus, 4 den N. radialis und 5 den N. ulnaris betreffen; die Verletzungen des N. medianus sind sämmtlich bei Fracturen des unteren Endes des Radius beobachtet worden. In gleicher Reihe folgen die Fracturen des Schlüsselbeins mit 18 Fällen, welche fast sämmtlich Verletzungen des gesammten Plex. brachialis betreffen. Dann die Fracturen des Oberschenkels mit 10 Fällen, von denen 4 mit Verletzung des N. peroneus, 3 mit solcher des N. ischiadicus, 2 mit solcher des N. tibialis und peroneus zugleich, sowie einer mit Verletzung eines Astes des N. cruralis complicirt sind. Ausserdem bleibt noch ein vereinzelter Fall von Fractur des Gelenkfortsatzes der Scapula mit Läsion des Plex. brachialis, sowie ein Fall von Beckenfractur mit Verletzung des N. ischiadicus zu erwähnen.

Endlich kommen auf die Fracturen der Gesichtsknochen 16 Fälle mit gleichzeitiger Verletzung von Gesichtsnerven. Es sind diess 11 Fälle

von Verletzung des N. infra-maxillaris bei Fracturen des Unterkiefers, die ihren Sitz im Bereiche des Kieferwinkels bis zum zweiten Backzahn hatten, sowie 5 Fälle von Läsion des N. infra-orbitalis bei Fracturen des Oberkiefers und Jochbeines.

§. 308. Gehen wir auf die in Rede stehende Complication näher ein, so müssen die verschiedenen Arten von Nervenverletzungen, welche in den angeführten Fällen beobachtet worden sind, unterschieden werden. Denn von der Art der Nervenverletzung hängt das klinische Bild, die Prognose und Therapie ab, so dass eine möglichst exacte Diagnose derselben für die Beurtheilung des Einzelfalles von grösster Wichtigkeit ist.

Zunächst lassen sich primäre und secundäre Nervenläsionen unterscheiden, je nachdem dieselben entweder unmittelbar bei der Entstehung der Fractur oder erst im späteren Verlaufe derselben zu Stande kommen. Die primären Verletzungen sind entschieden die häufigeren, wenn auch eine genauere Ermittlung des Häufigkeitsverhältnisses aus dem Grunde nicht möglich ist, weil sehr oft in der ersten Zeit nach der Fractur eine Untersuchung auf etwaige Nervenläsion unterbleibt und die vorhandenen Reizungs- oder Lähmungserscheinungen von der Fractur selbst abgeleitet werden; erst bei der Abnahme des Bruchverbandes wird dann die Lähmung constatirt, so dass der Zeitpunkt ihrer Entstehung nicht mehr zu ermitteln ist.

Die primären Nervenverletzungen sind:

a. Contusion des Nerven durch die fracturirende Gewalt oder durch die dislocirten Bruchenden;

b. Zerreissung oder Zerquetschung des Nerven;

c. Verletzung des Nerven durch einen eingedrungenen Bruchsplitter;

d. Interposition des Nerven zwischen die Bruchenden;

e. Compression des Nerven durch primäre Dislocation der Bruchenden.

Die secundären Nervenverletzungen sind:

a. Compression des Nerven durch secundäre Dislocation der Bruchenden;

b. Compression des Nerven durch Callus und Narbenmassen.

1) Contusion des Nerven.

§. 309. Es unterliegt keinem Zweifel, dass unter den Nervenverletzungen bei Fracturen die Quetschung eines Nervenstammes weitaus die häufigste ist. Denn hieher gehören fast alle diejenigen Fälle, in denen zugleich mit der Fractur eine Nervenläsion aufgetreten und nach kürzerem oder längerem Bestande von selbst zur Heilung gelangt ist.

Die Contusion entsteht bei direkten Fracturen durch die äussere Gewalt, welche den Nervenstamm gegen den Knochen andrückt, bei indirekten Fracturen durch einen momentanen Druck von Seiten der dislocirten Bruchenden. Wie die Intensität der Gewalt kann natürlich auch die Intensität der Quetschung des Nerven alle Grade aufweisen, von einem beschränkten Bluterguss innerhalb der Nervenscheide bis

zu einer Zerreissung und Zertrümmerung fast aller Nervenfasern in verschieden langer Strecke, während die bindegewebigen Bestandtheile des Nerven die Continuität aufrecht erhalten. Die einzige unter unseren hieher gehörigen Beobachtungen, in welcher die Autopsie gemacht worden ist, betrifft eine schwere Contusion der letzteren Art.

Die Beobachtung stammt von Gosselin. Ein 40jähriger Mann hatte sich eine subcutane Fractur der Diaphyse des Humerus mit Paralyse des N. radialis zugezogen. Nachdem kurze Zeit darauf der Verletzte an Apoplexie gestorben war, ergab die Untersuchung einen Schrägbruch, wobei die Spitze des oberen Fragments in unmittelbarer Nähe des Nerven sich befand. Letzterer war blutig infiltrirt, leicht zerreisslich, das Neurilemm erhalten und in der Ausdehnung von 5—6 mm mit einem röthlichen Brei erfüllt, in welchem nur wenige intakte Nervenfasern zu erkennen waren.

§. 310. Entsprechend dem verschiedenen Grade und der Ausdehnung der Quetschung zeigt auch die von derselben abhängige Nervenlähmung leichte und schwere Formen. Wir sehen hiebei ganz ab von den leichtesten Fällen, in denen es sich nur um eine unvollständige und rasch vorübergehende Lähmung handelt, da diese sich gewöhnlich der Wahrnehmung entzieht und entweder auf Rechnung der Fractur selbst gesetzt wird oder bei Entfernung des Bruchverbandes bereits wieder rückgängig geworden ist. In allen unseren Fällen handelt es sich vielmehr um complete Lähmung des Nervenstammes, die an den gemischten Nerven fast immer als motorische und sensible Paralyse bestand und einigemale bei längerem Bestande auch mit trophischen Störungen verbunden war. Dagegen unterscheiden sich die leichten und schweren Fälle durch die Dauer der Lähmung, bezw. durch ihre Heilbarkeit überhaupt. Durch die experimentellen Untersuchungen von Vulpian, Neumann und Erb ist es ja nachgewiesen, dass nach der Nervenquetschung ebenso wie nach der Durchschneidung zunächst eine Degeneration der Nervenelemente sich einstellt, welche zwar centralwärts nur wenig weit sich erstreckt, jedoch das ganze periphere Nervenende ergreift. Hierauf vollzieht sich allmälig die Regeneration vom Centrum aus gegen die Peripherie; tritt dieselbe auch im Allgemeinen schneller ein als nach der Durchschneidung, so hängt doch die Dauer des Processes von dem Grade und der Ausdehnung des Quetschungsherdes ab. Unsere Casuistik ergibt, dass in den günstigen Fällen der Beginn der functionellen Wiederherstellung frühestens nach 2 bis 3 Monaten eintrat, während die vollständige Heilung meist 4—6, häufig sogar 8—12 Monate in Anspruch nahm.

Es steht somit fest, dass die grosse Mehrzahl der Fälle von Nervenquetschung nach kürzerer oder längerer Zeit zur Heilung gelangt, vorausgesetzt, dass es sich eben um eine einfache momentane Quetschung handelt und die Heilung nicht etwa durch den dauernden Druck eines dislocirten Fragments oder der neugebildeten Callusmasse verhindert wird. Andererseits gibt es aber auch gewisse Fälle von einfacher Nervenquetschung, bei welcher jedoch die Zertrümmerung der Nervenelemente in so weiter Ausdehnung erfolgt, dass die Leitung überhaupt nicht wieder hergestellt wird. In solchen irreparablen Fällen erreicht die consecutive Muskelatrophie und Difformität des Gliedes die höchsten Grade.

§. 311. Die Diagnose der Nervenquetschung ist in der Regel mit grosser Wahrscheinlichkeit zu stellen, falls die Lähmung unmittelbar nach der Fractur constatirt wird. Denn wir sind berechtigt, in der grossen Mehrzahl der primären Nervenlähmungen nach Fracturen eine einfache Nervenquetschung anzunehmen, wenn nicht bestimmte Erscheinungen für die seltenere Interposition oder die Compression des Nervenstammes durch dislocirte Fragmente sprechen, namentlich aber ist, wie wir später sehen werden, die Annahme einer vollständigen Continuitätstrennung des Nerven wegen ihrer grossen Seltenheit fast immer auszuschliessen.

Für die Prognose liefert die electro-diagnostische Untersuchung wichtige Anhaltspunkte für die Erkenntniss der Schwere der Verletzung. Es sei nur daran erinnert, dass sich in Folge der secundären Degeneration der Nerven und Muskeln unterhalb der Verletzungsstelle qualitative und quantitative Veränderungen ihrer electrischen Erregbarkeit einstellen, welche als Erscheinungen der sogenannten electrischen Entartungsreaction bekannt sind. Je nachdem die Nervenerregbarkeit für beide Stromesarten vollständig aufgehoben oder nur herabgesetzt ist, unterscheidet man die schwere und die Mittelform der Entartungsreaktion. Erstere ist in unsern Fällen die gewöhnliche und gibt sich darin zu erkennen, dass im peripheren Theile des Nerven die faradische und galvanische Erregbarkeit nach einer kurzen Steigerung langsam absinkt und etwa vom Beginne der 2. Woche an ganz erlischt. Die Erregbarkeit der gelähmten Muskeln sinkt zuerst parallel der Nervenerregbarkeit für beide Stromesarten und geht für den faradischen Strom mit jener zusammen verloren, während sich die galvanische Erregbarkeit mit Veränderung des Zuckungsmodus zunächst erhöht und endlich nach einigen Wochen unter die Norm herabsinkt.

§. 312. Was die Therapie der Contusionslähmung betrifft, so kann in den gewöhnlichen, nicht allzu schweren Fällen nur die einfach exspectative oder die galvanische Behandlung in Frage kommen. Ob letztere bei totaler degenerativer Lähmung den Regenerationsprocess zu beschleunigen vermag, erscheint noch nicht sicher erwiesen. E. Remak empfiehlt die vorsichtige stabile Kathodenbehandlung der Verletzungsstelle des Nerven, verbunden mit nicht zu starker labiler Galvanisation desselben sowie der gelähmten Muskeln. Doch hält er es für höchst zweifelhaft, ob die pathologischen Zuckungen der Entartungsreaktion bei labiler Galvanisation der Muskeln einen therapeutischen Effect haben. Jedenfalls muss die galvanische Behandlung monatelang fortgesetzt werden. Vollzieht sich die Regeneration des Nerven, so stellt sich zuerst die Leitungsfähigkeit wieder ein, so dass die gelähmten Muskeln nicht blos auf den Willensimpuls, sondern auch auf die elektrische Reizung des Nerven oberhalb der Läsionsstelle wieder zu reagiren anfangen. Dagegen pflegt die elektrische Erregbarkeit in dem peripheren regenerirten Nervenende für beide Stromesarten erst viel später wieder einzutreten, so dass sie oft lange nach der functionellen Wiederherstellung noch ganz erloschen oder sehr herabgesetzt ist.

In den schwersten Fällen von Nervenquetschung, in denen nach Ablauf von 4—6 Monaten noch keine Besserung der Lähmung eingetreten ist, halte ich die operative Freilegung der verletzten Stelle

des Nerven für indicirt. Denn es handelt sich dann entweder um eine vorausgegangene Zerquetschung der Nervensubstanz in solcher Ausdehnung, das die Vereinigung nur durch einen fibrösen Callus zu Stande kam: unter diesen Umständen ist die Resektion der Narbe und Nervennaht vorzunehmen. Oder es liegt eine Complikation der Quetschung mit einer secundären Nervenläsion vor, wie namentlich mit einer anhaltenden Compression des Nerven durch ein dislocirtes Fragment oder neugebildeten Callus, welche gleichfalls auf operativem Wege beseitigt werden kann. Eine solche Complikation habe ich kürzlich am Radialis nach Humerusfractur beobachtet und die Lähmung durch Resektion des comprimirenden Callus zur Heilung gebracht.

2) Zerreissung oder Zerquetschung des Nerven.

§. 313. Es ist von Wichtigkeit zu constatiren, dass die vollständige Continuitätstrennung von Nervenstämmen bei Fracturen nur äusserst selten sich ereignet, mag sie durch die äussere Gewalt oder durch die dislocirten Bruchenden herbeigeführt werden. Man ist daher berechtigt, selbst bei vollständiger Paralyse die complete Continuitätstrennung des Nerven fast immer auszuschliessen.

Unter unseren Beobachtungen betreffen 3 derartige Fälle den N. radialis bei Fracturen des Humerus (Lannelongue, Bardenheuer, V. Bruns), 3 den N. ulnaris bei Fracturen des Vorder- und Oberarms (Poland, Rose, Jones), 2 den N. peroneus bei Unterschenkelbrüchen (Smith, Callender) und je 1 Fall den N. medianus bei Durchstechungsfractur des Humerus, sowie den N. alveolaris inf. bei Unterkieferbruch (Flajani).

Unsere Casuistik enthält somit nur 10 Beobachtungen von vollständiger Durchtrennung eines Nervenstammes, von denen sich die Hälfte auf offene Fracturen beziehen. Unter insgesammt 79 Fällen von Radialisverletzung ist nur 3mal eine complete Durchtrennung des Nerven gefunden worden. Diese letzteren Beobachtungen sind folgende:

Beobachtung von Lannelongue[1]). Subcutane Fractur des Humerus, geheilt mit Radialislähmung. Die 3 Monate nach der Verletzung vorgenommene Blosslegung des Nerven an der Bruchstelle ergab, dass derselbe vollständig getrennt war und seine beiden Enden sich in dem fibrösen Gewebe verloren, welches den Callus bedeckte. Die vorgenommene Nervennaht blieb ohne Erfolg.

Beobachtung von Hoffmann[2]). Ein Mann von 31 Jahren hatte sich durch Fall einen subcutanen Bruch des Humerus im mittleren Drittheil zugezogen. Nach 6 Wochen war derselbe mit starker Calluswucherung und totaler Radialislähmung geheilt. Bei der nach 3 Monaten von Bardenheuer vorgenommenen Operation wurde die Calluswucherung abgetragen und der durchtrennte Nerv genäht. Nach einem Jahr war die Gebrauchsfähigkeit der Hand grösstentheils wieder hergestellt.

Beobachtung von V. Bruns. Ein 6jähriger Knabe hatte dadurch, dass sein rechter Arm von einem Maschinenrade erfasst worden war, eine gleichzeitige subcutane Fractur des Ober- und Vorderarmes erlitten. Nach 6 Wochen bei Abnahme des Verbandes zeigte sich eine complete Radialislähmung. Bei der Blosslegung des Nerven nach einem Jahre ergab sich, dass derselbe ganz durchtrennt gewesen war und seine beiden Enden sich in dem mit dem Callus verwachsenen Narbengewebe verloren, so dass sie nicht ausgelöst werden konnten.

---

[1]) Bull. de la soc. de chirurgie. 9 Févr. 1881. p. 155.
[2]) Deutsche med. Wochenschr. 1885. Nr. 27.

Die Erscheinungen bestehen in einer vollständigen Aufhebung der Leitung in dem Gebiete des Nerven, welche sofort mit der Fractur sich einstellt. Ausserdem sind in Folge der Quetschung des Nerven mehrmals anhaltende, äusserst heftige Schmerzen, die 2mal die Amputation des Gliedes erheischten, sowie 2mal Tetanus beobachtet worden.

Die Behandlung kann sowohl in frischen, als veralteten Fällen, sobald die Diagnose gestellt ist, nur in der Ausführung der Nervennaht bestehen, welche unter 3 Fällen 2mal Erfolg gehabt hat. In veralteten Fällen ist die Auslösung der Nervenenden aus der Narbenmasse unter Umständen schwierig oder unmöglich.

Wie die vollständige, so scheint auch die partielle Continuitätstrennung der Nerven bei Fracturen sehr selten zu sein. Es liegen wenigstens nur 5 derartige Beobachtungen vor, in denen der Nerv bis auf einen dünnen Faden zerrissen oder zerquetscht war. In 4 Fällen folgten tetanische Erscheinungen.

In 2 Fällen war der N. peroneus bei Unterschenkelbrüchen bis auf einen dünnen Faden zerquetscht (Alquié), ferner je 1mal der N. medianus bei offener Splitterfractur des unteren Endes des Radius (Billroth), der N. ischiadicus bei extrakapsulärem Schenkelhalsbruch (Swan) sowie der N. alveolaris inf. bei Unterkieferbruch theilweise zerrissen.

3) Verletzung des Nerven durch einen eingedrungenen Bruchsplitter.

§. 314. Auch diese Art der Verletzung ist nur in 2 Fällen nachgewiesen worden. Die grosse Gefahr derselben erhellt daraus, dass in dem einen Falle Tetanus auftrat, der trotz der Amputation zum Tode führte, in dem anderen wegen extrem heftiger Schmerzen gleichfalls die Amputation vorgenommen werden musste.

Die eine Beobachtung stammt von C. O. Weber[1]). Ein Mann von 41 Jahren hatte durch Ueberfahrung einen offenen Splitterbruch des Unterschenkels erlitten. Am 11. Tage stellten sich schmerzhafte Muskelzuckungen in der verletzten Extremität, am 12. Trismus, am 13. allgemeiner Tetanus ein. Nachdem hierauf die Amputation des Unterschenkels vorgenommen worden war, trat am folgenden Tage der tödtliche Ausgang ein. Bei der Sektion ergab sich, dass ein 14 Linien langer vollständig abgetrennter Bruchsplitter in den N. peroneus und die Gefässscheide der Art. tibialis ant. eingedrungen war. Von dieser Stelle aus war die Nervenscheide des N. peroneus und tibialis post. weiter oben entzündet, desgleichen die des N. ischiadicus, in der sich einzelne Ekchymosen noch im Austritt des Nerven am Becken vorfanden. Im Wirbelkanale fand sich zwischen der Dura mater und dem Marke eine grössere Menge blutig-seröser Flüssigkeit; Rückenmark sonst gesund.

Syme[2]) beobachtete bei einem Manne mit subcutanem Knochenbruch des Oberschenkels eine so extreme Schmerzhaftigkeit, dass derselbe nicht im Bette aushalten konnte. Nachdem noch Anschwellung des Gliedes und Perforation eines Bruchendes durch die Haut der Kniekehle hinzugetreten war, wurde die Amputation nothwendig. Es fand sich, dass ein nadelscharfes Fragment in den N. popliteus eingedrungen war und die V. poplitea obliterirt hatte.

4) Interposition des Nerven zwischen die Bruchenden.

§. 315. Unsere Casuistik erhält 11 Fälle von Interposition eines Nerven zwischen die Bruchenden, von denen 10 durch die Autopsie beglaubigt sind. Die Verletzung scheint fast allein am N. radialis und

[1]) C. O. Weber, Chirurgische Erfahrungen und Untersuchungen. Berlin 1859. S. 100.

[2]) Lancet. 1855. Vol. I. p. 174.

peroneus vorzukommen, da 7 Fälle den Radialis, 2 den Peroneus und einer den Medianus betrifft; in einer Beobachtung ist der interponirte Nerv „Brachialnerv“ genannt.

Diese Prädisposition des Radialis und Peroneus ist ohne Zweifel in der besonderen Art des Verlaufes der beiden Nerven begründet, welche sich in einer Spirale dicht um den Knochen herumwinden. Hiedurch wird offenbar die Interposition sehr begünstigt, sobald der Nerv sich an der unebenen Bruchkante des einen Fragmentes anhakt und der Verschiebung desselben folgt. Ja es kann sogar vorkommen, dass der Nerv sich nicht blos an einer Bruchzacke anhakt, sondern in eine klaffende Längs- oder Schrägfissur des Knochens, welche neben dem Querbruch vorhanden ist, eingeklemmt wird. Die nachstehenden Beobachtungen von Ollier[1]) und Hammick[2]) liefern hiefür den Beweis.

Beobachtung von Ollier. Ein junger Mann von 18 Jahren hatte eine subcutane Fractur des Humerus an der Grenze des mittleren unteren Drittheils erlitten, welche sofort von einer Lähmung des N. radialis gefolgt war. Nach 5monatlichem Verbande war noch keine Consolidation eingetreten, die Lähmung bestand fort. Als nach weiteren 5 Monaten die Bruchstelle freigelegt worden war, fand sich das obere Ende des unteren Fragmentes durch einen Schlitz des Musc. brachialis int. hindurchgetreten, der N. radialis in eine Längsfissur des oberen Fragmentes fest eingeklemmt, so dass er schwer auszulösen war. Nach einigen Wochen besserte sich die Motilität, jedoch erfolgte später der Tod an Pyämie.

Die Beobachtung von Hammick betrifft einen Fall von subcutaner Fractur des Oberschenkels, der im Gefolge von Tetanus einen tödtlichen Ausgang nahm. „Es fand sich ein Ast des N. cruralis in eine Fissur des Knochens eingeklemmt und so fest wie eine Violinsaite gespannt.“

Auch bei einem Thierversuche hat Ollier[3]) eine solche Nerveneinklemmung in eine Fissur constatirt. Bei einer Katze, welcher eine Fractur des Humerus beigebracht worden war, fand sich bei der Obduktion am 3. Tage der N. radialis in eine Fissur des Knochens fest eingeklemmt. Auf das Vorhandensein einer Lähmung des Nerven war vorher nicht geachtet worden.

§. 316. Die Folgeerscheinungen der Nerveninterposition sind recht mannigfaltiger Art und hängen zunächst davon ab, ob der zwischen die Bruchenden gelagerte Nerv zugleich eingeklemmt wird oder nicht. Im Falle der Einklemmung kann sofort eine totale Paralyse des Nerven eintreten, wie in dem nachstehenden Falle von Duplay, oder es entwickeln sich heftige neuralgische Schmerzen, wie in dem folgenden Falle von Kuhl, oder sogar Tetanus, wie in dem erwähnten Falle von Hammick, sowie in den beiden folgenden Beobachtungen von Nicod und Gensoul. In dem Falle von Kuhl war der eingeklemmte „Brachialnerv“ von den Bruchenden angestochen, fast gänzlich zerquetscht und wie zerrieben.

Beobachtung von Duplay[4]). Subcutaner Rissbruch des Capitulum fibulae bei einem 60jährigen Manne mit totaler Paralyse des N. peroneus; nach 5 Tagen Tod in Folge anderweitiger Verletzungen. Bei der Obduktion fand sich der N. peroneus zwischen die Bruchenden eingeklemmt, etwas verfärbt, von normaler Dicke.

Beobachtung von Kuhl[5]). Subcutaner Bruch des Humerus bei einem Manne

---

[1]) Revue de chirurgie. IV. 1884. p. 202.

[2]) Hammick, On amputations, fractures etc. p. 74.

[3]) Ollier, Traité de la régénération des os. T. II. p. 420.

[4]) Couette, Lésions du nerf sciatique poplité externe dans les fract. de la tête du péroné. Thèse. Paris 1881. p. 44.

[5]) Descot, Die örtlichen Krankheiten der Nerven. Deutsch von J. Radius. Leipzig 1826. S. 38.

in den 40er Jahren mit sehr heftigen Schmerzen, die sich bis in die Fingerspitzen verbreiteten. Es trat starke Anschwellung des Armes, Anästhesie, Blasenbildung und Gangrän hinzu, so dass am 6. Tage die Amputation nothwendig wurde. Die Untersuchung ergab, dass sich der „Brachialnerv" zwischen die beiden Knochenenden hineingelegt hatte und von denselben angestochen, fast gänzlich zerquetscht und wie zerrieben war.

Beobachtung von Nicod[1]). Offener Bruch des Unterschenkels mit excessiven Schmerzen, die sich während der Heilung der Fractur noch steigerten; Tod während der Heilung. Die Sektion ergab, dass der N. peroneus durch das untere Fragment angehakt und zwischen die beiden Bruchenden der Tibia eingeklemmt war, so dass durch die Einschliessung in den Callus die Reizung des Nerven noch vermehrt worden war.

Beobachtung von Gensoul[2]). Subcutaner Bruch beider Vorderarmknochen bei einem jungen Mädchen, der nach wiederholten gewaltsamen Repositionsversuchen von Tetanus mit tödtlichem Ausgange gefolgt war. Bei der Obduktion fand sich der N. medianus zwischen die Bruchenden des Radius eingeklemmt.

Besteht keine stärkere Einklemmung und hat auch der Nerv bei der Verletzung selbst keine Contusion erlitten, so fehlen zunächst alle Reizungs- und Lähmungserscheinungen von Seiten des interponirten Nerven. Vollzieht sich aber dann die Consolidation der Fractur, so wird der Nerv in den Callus eingeschlossen und durchsetzt denselben nach der Heilung in querer Richtung. In Folge der andauernden Knickung und Compression entsteht nun eine secundäre Paralyse. Die nachstehende Beobachtung gibt hiefür ein gutes Beispiel.

Beobachtung von Ogston[3]). Offene Fractur in der Mitte des Humerus mit starker Zerreissung und Quetschung der Muskulatur; nach der Heilung stellte sich bald eine Paralyse des N. radialis mit rascher Atrophie ein. Bei der Freilegung des Nerven an der Bruchstelle verschwand derselbe in der Substanz des Knochens und erschien wieder auf der anderen Seite weiter abwärts; nach der Eröffnung des Knochens fand sich der Nerv gerade durch die Markhöhle des Knochens liegend vor, nicht durchtrennt, aber bis auf $1/3$ seines Volumens verdünnt. Der Nerv wurde ausgelöst und an den Triceps angeheftet. Bei Abschluss der Beobachtung war noch kein Erfolg eingetreten.

Oder es wird durch die Zwischenlagerung des Nerven mit oder ohne gleichzeitige Muskelinterposition die Consolidation der Fractur verhindert und die Entwicklung einer Pseudarthrose herbeigeführt. Als Beispiele hiefür dienen, ausser dem oben S. 466 angeführten Ollier'schen Falle, noch die beiden folgenden Beobachtungen von Nélaton und Ollier. Eine charakteristische Erscheinung für eine solche Pseudarthrose mit Nerveninterposition ist die, dass bei Bewegungen der Fragmente Schmerzen im Verlaufe des Nerven auftreten; in dem Ollier'schen Falle trat in Folge der Friction der Fragmente, welche behufs Heilung der Pseudarthrose vorgenommen wurde, eine Quetschungslähmung des interponirten N. radialis ein.

Beobachtung von Nélaton[4]). Ein 30jähriger Mann hatte vor 16 Monaten eine offene Fractur in der Mitte des Humerus erlitten, welche den Ausgang in Pseudarthrose genommen hatte; sowie die Fragmente einander genähert wurden, traten heftige Schmerzen im ganzen Verlaufe des N. radialis auf. Auf Grund dieser Erscheinung wurde die Diagnose auf Interposition des Nerven gestellt und nach Freilegung der Bruchstelle der interponirte Nerv vorsichtig ausgelöst und die Bruchenden resecirt. Bei dem Abschlusse der Beobachtung, nach 4 Wochen, befand sich der Kranke auf dem Wege der Heilung.

---

[1]) Nouveau Journ. de méd. 1818.
[2]) Archiv. génér. de méd. II. Sér. T. XI. 1836. p. 198.
[3]) Brit. med. Journ. Apr. 21. 1877. p. 486.
[4]) Gaz. des hôpit. 1857. p. 195.

Beobachtung von Ollier[1]). Bruch in der Mitte des Humerus bei einem 30jährigen Manne. Als nach 40 Tagen noch keine Consolidation eingetreten war. wurde die Friktion der Bruchenden gemacht: sofort stellte sich heftiger Schmerz an der Bruchstelle und eine totale Paralyse des N. radialis ein. Nach 4 Monaten bestand die Pseudarthrose und Paralyse fort und es fand sich nun bei der Freilegung der Bruchstelle, dass der Nerv, der von dem unteren Fragmente angehakt war, sammt einer dicken Muskelschichte zwischen die Bruchenden gelagert war. Nach Auslösung des Nerven und Resektion der Bruchenden trat vollständige Heilung der Lähmung ein. Nach dem 5 Monate später an Variola erfolgten Tode des Verletzten fand sich die Fractur consolidirt und der Nerv in normaler Lage.

Die Diagnose der Nerveninterposition ist bei einer auf dieselbe gerichteten Untersuchung keineswegs unmöglich, sondern von Ollier wiederholt am Lebenden gestellt worden. Zunächst muss man dieser Verletzung namentlich bei den Fracturen der unteren Hälfte des Humerus und des oberen Endes der Fibula gewärtig sein, selbst wenn keine primären Reizungs- oder Lähmungserscheinungen des betreffenden Nerven vorhanden sind. Die diagnostische Untersuchung besteht darin, dass man die beiden Fragmente einander gewaltsam nähert, indem man das untere gegen das obere in senkrechter Richtung anstösst. Im Falle der Nerveninterposition empfindet der Verletzte hiebei sofort Schmerzen oder Taubsein im Verlaufe der sensiblen Aeste des Nerven.

§. 317. Die Aufgabe der Behandlung muss Angesichts der gefährlichen Folgen dieser Complication dahin gerichtet sein, unter allen Umständen möglichst bald nach der Verletzung die Interposition zu beseitigen. Nach dem erfolgreichen Vorgange von Ollier empfiehlt es sich in frischen Fällen, zunächst den Versuch zu machen, durch geeignete Manipulationen den Nerven aus der Bruchspalte zu befreien: man fasst die beiden Fragmente mit beiden Händen, übt zuerst eine mässige Extension aus und macht dann Circumductionsbewegungen mit dem unteren Fragmente, um den Nerven loszuhaken und zu reponiren.

Die Beobachtung von Ollier[2]) betrifft einen 25jährigen Mann mit einer frischen subcutanen Fractur an der Grenze des mittleren und unteren Drittels des Humerus, die sofort von einer vollständigen motorischen und einer unvollständigen sensiblen Paralyse des N. radialis begleitet war. Da jedesmal beim Andrücken der Fragmente gegeneinander sofort sehr heftiger Schmerz und Kribbeln im Gebiete des Radialis auftrat, wurde die Diagnose auf Interposition des Nerven zwischen die Fragmente gestellt. Es gelang durch Extension und Cirkumduktion der Bruchenden die Interposition zu beseitigen, worauf nach 8 Tagen die Sensibilität beinahe normal war und auch die Motilität sich wieder einzustellen begann.

Bleiben die manuellen Repositionsversuche erfolglos, so muss die Bruchstelle sofort freigelegt werden, um die Interposition zu beseitigen, ehe der Nerv in den Callus eingeschlossen wird oder sich eine Pseudarthrose entwickelt. Unter den oben angeführten Fällen ist auf operativem Wege in 4 Fällen die Reposition des Nerven ausgeführt worden, und zwar 1mal (Ogston) bei Einschluss des Nerven in den Callus, so dass der Knochen aufgemeisselt werden musste, 3mal (2mal von Ollier, 1mal von Nélaton) bei bestehender Pseudarthrose, so dass die Resection der Bruchenden und Knochennaht hinzugefügt werden musste.

---

[1]) Durand, Causes et traitement des pseudarthroses. Thèse. Paris 1870.
[2]) Revue de chirurgie. T. IV. 1884. p. 206.

5) Compression des Nerven durch ein dislocirtes Fragment.

§. 318. Die Verletzung eines Nervenstammes durch anhaltenden Druck von Seiten eines dislocirten Bruchstückes ereignet sich nicht selten, da unsere Casuistik 28 derartige Fälle aufweist, von denen 16 durch die Autopsie in vivo oder bei der Obduktion nachgewiesen sind. Am häufigsten wird dieselbe am N. radialis bei Humerusfractur (8mal), am N. medianus bei Fractur des unteren Endes des Radius mit der typischen Dislokation (5mal), sowie am Plexus brachialis bei Schlüsselbeinbrüchen mit starker winkliger Knickung nach hinten (5mal) beobachtet; ausserdem in vereinzelten Fällen am N. ulnaris, peroneus und tibialis.

Die Verletzung kommt dadurch zu Stande, dass der Nerv über die vorspringende Kante eines dislocirten Bruchendes hinübergespannt und hierdurch verdrängt, geknickt und gezerrt wird. Die Folge des anhaltenden Druckes ist gewöhnlich nur eine mechanische, indem der Nerv durch Schwund der Nervenelemente eine Verdünnung und Abplattung erleidet, zuweilen aber auch eine entzündliche Reizung des Nerven, welche sich durch neuritische Erscheinungen dokumentirt. Ueber die anatomischen Veränderungen an der Knickungsstelle gibt nur die nachstehende Beobachtung Aufschluss, in welcher eine detaillirtere Untersuchung vorgenommen werden konnte.

Beobachtung von Berger[1]). Subcutane Fractur des chirurgischen Halses des Humerus mit sofort hinzugetretener motorischer und sensibler Paralyse des N. radialis. Nach dem in Folge von Scharlach eingetretenen Tode des Verletzten fand sich der Nerv durch eine Kante des nach oben und innen dislocirten unteren Fragmentes comprimirt und an dieser Stelle in einer Strecke von 4—5 cm um ²/₃ seines Volumens verdünnt. Nach dem mikroskopischen Befunde waren die Nervenfasern sehr verdünnt und fast alle frei von Myelin, die Nervenscheide verdickt.

Ausnahmsweise kommt es auch vor, dass ein dislocirter Bruchsplitter die Compression bewirkt, wie in der nachstehenden Beobachtung.

Beobachtung von Köhler[2]). Bei einem 44jährigen Manne, der einen subcutanen Splitterbruch des Schlüsselbeins erlitten hatte, stellten sich während der Heilung neuralgische Schmerzen in der betreffenden Thoraxhälfte, Schulter und Oberarm ein, welche sich stetig steigerten. Bei der Blosslegung der Bruchstelle nach 6 Wochen fanden sich zwei scharfe Knochensplitter am äusseren Fragment, welche sich nach innen und hinten gegen den Plex. brachialis erstreckten. Nach Entfernung derselben erfolgte sofort Heilung.

§. 319. Die Erscheinungen treten zuweilen unmittelbar nach der Fractur, häufiger erst während und nach der Heilung derselben auf; jedoch muss es dahingestellt bleiben, ob nicht in manchen Fällen, in denen die Erscheinungen erst später constatirt wurden, die Untersuchung in dieser Richtung anfangs überhaupt unterlassen wurde. Treten die Druckerscheinungen primär auf, so handelt es sich entweder um eine primäre Dislokation der Fragmente mit sehr starker Knickung des Nerven oder um eine Complikation mit Quetschwirkung. Treten

---

[1]) Bullet. de la soc. anatom. 1871. p. 157.
[2]) Charité-Annalen. Bd. VI. 1879. S. 472.

die Druckerscheinungen erst später auf, so liegt entweder eine primäre Dislokation mit langsam fortschreitender Druckwirkung oder eine zunehmende Dislokation zu Grunde, die zuweilen noch durch die Callusauflagerung verstärkt wird. Vielleicht wird auch der Nerv bei den Bewegungen des Gliedes über dem scharfen Knochenvorsprung mehr und mehr durchgerieben und durchgeschürft.

In der Mehrzahl der Fälle bestehen die Erscheinungen in einer einfachen Abschwächung oder Unterbrechung der motorischen und sensiblen Leitung. Nicht selten sind aber auch Reizungserscheinungen beobachtet worden in Form neuralgischer Schmerzen im Gebiete des comprimirten Nerven, welche meist neben der Paralyse einhergehen, ausnahmsweise auch wohl die einzige Erscheinung darstellen; mehrere solcher Fälle waren ausserdem mit trophischen Störungen, wie Hautgeschwüren u. s. f. complicirt. Besonders interessant ist in dieser Richtung eine Beobachtung von Chalot[1]), in welcher die Compression des Plex. brachialis von Seiten eines mit starker Dislokation geheilten Schlüsselbeinbruches eigenthümliche Erscheinungen hervorrief, welche wohl von einer Neuritis ascendens abzuleiten sind.

Die Beobachtung betrifft einen Mann von 35 Jahren, der vor 4 Jahren eine subcutane Fractur im inneren Drittheil des Schlüsselbeines erlitten hatte, die mit bedeutender Dislokation des äusseren Fragmentes nach hinten geheilt war. Es bestand eine enorme Hyperästhesie der Volarfläche der Finger, Hand und des Vorderarmes, so dass bei der leisesten Berührung derselben heftige Reflexcontraktionen des Zwerchfells mit Nausea, Singultus und Erbrechen auftraten. Dieselben Anfälle konnten auch durch Druck auf die Bruchstelle und Bewegungen der Schulter sowie durch Druck auf die Nervenstämme des Armes ausgelöst werden. Daneben war weder eine motorische noch sensible Lähmung vorhanden.

Endlich ist in einem Falle von offenem Splitterbruch des Unterschenkels Tetanus beobachtet worden, der am 6. Tage zum tödtlichen Ausgange führte; der N. tibialis post. fand sich durch die Bruchenden gedrückt, entzündet und erweicht (Poland).

Die Diagnose macht in der Regel keine Schwierigkeiten: man constatirt an der Bruchstelle eine derartige Verschiebung eines Bruchendes, dass entsprechend der Lage des gelähmten oder schmerzhaften Nerven ein deutlicher Vorsprung wahrzunehmen ist. Ist die Fractur frisch, so ist die Möglichkeit der Nervencontusion ins Auge zu fassen, die im Vergleich zu vorübergehender Compression wegen der anatomischen Läsion des Nerven jedenfalls weit längere Zeit zur Reparation bedarf. Ist die Fractur bereits consolidirt, so kann es zuweilen zweifelhaft sein, ob die Nervencompression allein durch Dislokation eines Bruchendes oder auch durch Narben- und Callusmassen bedingt ist. Für den therapeutischen Eingriff ist diese Unterscheidung ohne Belang.

§. 320. Die Therapie hat in frischen Fällen nur die Aufgabe, eine möglichst frühzeitige und vollständige Reposition der Fragmente vorzunehmen und zu sichern, um den Nerven von dem Druck zu befreien. Nach vollendeter Consolidation ist dagegen blos von einem operativen Eingriffe Erfolg zu erwarten: die Compressionsstelle des Nerven wird blossgelegt, der Nerv abgehoben und zur Seite gelagert, hierauf nach Ablösung des Periostes die vorspringende Knochenpartie abgemeisselt,

---

[1]) Bullet. de la soc. de chirurgie. 25 févr. 1879. p. 190.

das Periost darüber mit einigen Catgutnähten wieder vereinigt und schliesslich der Nerv in seine normale Lage reponirt.

Diese Operation ist in 14 Fällen unserer Casuistik zur Ausführung gelangt, und zwar 5mal am N. radialis (Ollier, Trélat, Withson, Czerny, Israel), 3mal am N. medianus (Bouilly, Leclerc, Lange), je 2mal am N. ulnaris (Hamilton, Denucé), peroneus (Langenbeck, Lauenstein) und Plex. brachialis (Volkmann, Langenbeck). In 11 Fällen war der Eingriff von Erfolg gekrönt, und zwar stellte sich meistens die Funktion innerhalb 3—6 Monaten wieder her.

Für die Prognose der Operation ist im Einzelfalle die vorgängige elektrische Untersuchung von entschiedenem Werthe: ist nämlich die faradische Erregbarkeit des Nerven unterhalb der Läsionsstelle erhalten und hiedurch die anatomische Integrität des Nerven erwiesen, so besteht Aussicht auf rasche Heilung nach Beseitigung des Leitungshindernisses, während bei nachweisbarer Degeneration durch den Eingriff nur erst die Bedingungen für eine allmälige Regeneration geschaffen werden.

Als Beispiele der besprochenen Nervenverletzung und ihrer operativen Behandlung dienen folgende genauer beobachteten Fälle.

Beobachtung von Bouilly[1]). Ein 17jähriger junger Mann hatte eine subcutane Fractur des unteren Endes des Radius mit der typischen Dislokation erlitten, welche mit einem starken palmaren Vorsprung des oberen Fragmentes geheilt war. Es bestanden Schmerzen sowohl spontan als bei Druck auf den Knochenvorsprung, wo der emporgehobene N. medianus zu fühlen war. Im Gebiete des letzteren war die Sensibilität und Motilität abgeschwächt und beginnende trophische Störungen vorhanden. Nach 3 Monaten wurde die Bruchstelle freigelegt und der Knochenvorsprung resecirt; ein halbes Jahr später war der Schmerz ganz verschwunden, die Funktion normal, nur die Muskeln des Daumenballens etwas atrophisch.

Beobachtung aus der v. Langenbeck'schen Klinik[2]). Ein 28jähriger Mann hatte durch direkte Gewalt einen subcutanen Splitterbruch des Schlüsselbeines erlitten, zu dem sich sofort motorische und sensible Lähmung des Armes sowie Taubheit der Wange und Halsgegend gesellt hatte. Nach 3 Wochen fand sich die Fractur geheilt mit reichlichem Callus, einer Verkürzung von 3 cm und starker winkliger Knickung nach hinten; an der ganzen Extremität war keine Pulsation zu fühlen, die Sensibilität und elektromuskuläre Erregbarkeit vollständig verschwunden. Nach erfolgloser Anwendung der Elektricität wurde die Resektion der spitzwinkligen Bruchstelle vorgenommen, wobei sich der Plexus mit derselben verwachsen aber nicht zerrissen vorfand. Der Plexus wurde gedehnt; nach einem Jahre war kein Erfolg eingetreten.

Beobachtung von Volkmann (Seeligmüller[3]). Ein 30jähriger Mann hatte einen Bruch des Schlüsselbeines am äusseren Drittel durch Sturz aus der Höhe erlitten, der sofort von den Erscheinungen einer totalen Lähmung des Plexus brachialis und Reizung des Halssympathicus gefolgt war. Nach 3 Monaten wurde eine subperiostale Resektion der Bruchstelle in der Ausdehnung von 5 cm vorgenommen; ein halbes Jahr später war die Funktion des Armes vollständig wieder hergestellt.

Beobachtung von Czerny[4]). Subcutane Fractur des unteren Endes des Humerus bei einem 6jährigen Knaben, die nach 3 Wochen mit Dislokation geheilt war. 5 Wochen nach der Verletzung wurde eine motorische Paralyse des N. radialis mit vollständiger Entartungsreaktion constatirt, während die Sensibilität normal

---

[1]) Bullet. de la soc. de chirurgie. X. 1884. p. 405.

[2]) Krause, Ueber Druckparalysen und Druckneurosen bedingt durch Callus- und Narbenmassen. Inaug.-Dissert. Berlin 1882. S. 19.

[3]) Deutsches Archiv für klin. Med. XX. 1877. S. 107.

[4]) Verhandl. der deutsch. Gesellschaft für Chirurgie. XIII. Congress. S. 123.

war. Bei der Blosslegung der Bruchstelle nach 3 Monaten ergab sich, dass der N. radialis über die scharfe Kante des dislocirten oberen Fragmentes hinweglief, daselbst in scharfem Winkel geknickt, verdünnt, grauroth verfärbt und in voller Degeneration begriffen war. Der Nerv wurde abgehebelt, die Knochenkante subperiostal resecirt und die Periostallappen zwischen dem Knochen und Nerven vernäht. Unter nachträglicher Anwendung der Elektricität und Massage begannen schon in der 6. Woche die aktiven Bewegungen sich wieder herzustellen, und bald war vollständige Heilung erzielt.

Beobachtung von Israel[1]). Subcutane Fractur unterhalb der Mitte des Humerus bei einem jungen Manne von 16 Jahren, sofort complicirt mit Lähmung des N. radialis. Die Heilung erfolgte mit Dislokation, es bestand Entartungsreaktion und starke Muskelatrophie. Bei der Blosslegung der Bruchstelle nach 8 Wochen fand sich der Nerv über dem scharfen Vorsprung des nach hinten dislocirten unteren Fragmentes winklig geknickt, daselbst fest adhärent und bandartig abgeplattet. Oberhalb der Stelle war die Nervenscheide stark vaskularisirt und verdickt. Der Nerv wurde freigelegt, die Knochenkante subperiostal resecirt. Unter galvanischer Behandlung war nach 3 Monaten vollständige Heilung erfolgt.

Beobachtung von Lauenstein[2]). Subcutane Fractur des Oberschenkels oberhalb der Condylen, geheilt mit rechtwinkliger Dislokation des unteren Bruchendes nach der Kniekehle. Nach Abnahme des Bruchverbandes wurde eine Paralyse des N. peroneus constatirt, welche erfolglos mit Elektricität behandelt wurde. Nach 3 Monaten fand sich bei der Blossleguug der Bruchstelle, dass der N. peroneus durch eine Zacke der queren Bruchfläche des unteren Fragmentes angespiesst und daselbst erheblich verdünnt war. Der Nerv wurde abgelöst und abgehoben, der Knochenvorsprung resecirt. Nach 2 Monaten war die Lähmung erheblich gebessert.

6) Compression des Nerven durch Callus- und Narbenmassen.

§. 321. **Die häufigste Ursache der secundären Nervenläsion bei Fracturen ist die Compression der Nervenstämme durch fibröse Narbenstränge und knöcherne Callusmassen.** Im Ganzen gehören 38 Fälle unserer Casuistik mit Sicherheit in diese Kategorie, von denen 25 den N. radialis (nach Fracturen des Humerus), 4 den Plex. brachialis (nach Fracturen des Schlüsselbeins und des Halses des Humerus), 3 den N. ulnaris (nach Fracturen des unteren Endes des Humerus und Fractur der Ulna), 1 den N. medianus (nach offener Fractur des Humerus), 2 den N. tibialis (nach Fracturen der Tibia) und 3 den N. peroneus (nach Fracturen des Femur und der Fibula) betreffen.

Die Art und Weise der Compression ist in 30 Fällen bei Gelegenheit von operativen Eingriffen durch die Autopsie festgestellt worden. Für die Mehrzahl derselben, und zwar für die den N. radialis betreffenden Fälle fast ohne Ausnahme, ergibt sich ein durchaus übereinstimmender typischer Befund. **Der Nerv findet sich an der Bruchstelle in einen vollständigen Canal oder Tunnel eingeschlossen,** der eine Länge von 2—4—6 cm besitzt. Die Wand des Canales ist entweder ganz knöchern oder häufiger knöchern-fibrös, indem eine tiefe knöcherne Rinne von derbem fibrösem Gewebe überdeckt wird.

Die Einschliessung eines Nervenstammes in einen derartigen Canal bedingt nun aber keineswegs mit Nothwendigkeit eine Compression desselben; denn wie Ollier[3]) mit Recht hervorgehoben hat, kann man bei Versuchsthieren, bei denen sich in Folge ausgedehnter

[1]) Berl. klin. Wochenschr. 1884. S. 254.
[2]) Centralbl. für Chirurgie. 1882. Nr. 51.
[3]) Ollier, Traité de la régénération des os. II. p. 413.

Knochenzertrümmerung ein voluminöser Callus gebildet hat, gelegentlich die Nerven und Gefässe durch die Callusmasse hindurchgehend finden, ohne dass Paralyse bestand. Es ist ja auch kein Grund einzusehen, warum ein Nerv durch Druck geschädigt werden sollte, wenn er durch einen hinreichend weiten, glatten und geraden Knochencanal hindurchgeht und in demselben sich verschieben lässt. Dagegen zeigt aber der Knochencanal in allen unseren Fällen ein besonderes Verhalten, das die Läsion des eingeschlossenen Nerven leicht erklärt: bald ist er in seiner ganzen Länge oder nur stellenweise stark verengt, bald in seinem Verlaufe winklig geknickt, bald an seiner ganzen Innenfläche rauh oder mit zahlreichen Knochennadeln besetzt oder von einem Knochenstachel durchzogen. Dementsprechend findet sich der Nerv innerhalb des Canales in kürzerer oder längerer Strecke eingeschnürt, bandartig abgeplattet, verdünnt, von Knochennadeln angespiesst, mehr oder weniger unverschieblich verwachsen und oberhalb der Einschnürung meist neuromartig verdickt.

Als Beispiele für diese Art der Compression mögen die nachstehenden Beobachtungen dienen. In dem Falle von Ollier fand sich der N. radialis innerhalb des Knochencanales durch einen Knochenstachel bis auf 3 mm verdünnt, in dem von Tillaux lag er in einem bajonettförmig geknickten Canal und war stellenweise verdünnt und dazwischen verdickt, so dass er ein perlschnurartiges Ansehen zeigte. Delens fand denselben Nerv in einem knöchern-fibrösen Canal unverschieblich fest eingeklemmt und von zahlreichen Knochennadeln angespiesst, während er in dem Falle von Busch in einen rechtwinklig geknickten knöchernen Canal eingeschlossen und bandartig plattgedrückt war.

Beobachtung von Ollier[1]). Offener Bruch unterhalb der Mitte des Humerus bei einem Manne von 22 Jahren, nach dessen Heilung eine totale Radialisparalyse constatirt wurde. Nach 6 Monaten fand sich bei der Blosslegung der Bruchstelle, dass der Nerv in einen 5 cm langen knöchernen Canal eingeschlossen war; nach der Aufmeisselung desselben zeigte sich eine den Canal durchsetzende Knochenspitze, welche vom unteren Fragment ausging und den Nerv einschnürte, so dass er daselbst eine Verdünnung bis auf 3 mm und unmittelbar darüber eine Anschwellung bis auf 1 cm Durchmesser aufwies. Die Knochenspitze wurde abgetragen, der ganze Canal in eine weite Rinne umgewandelt und das Periost in der Umgebung entfernt, um eine Reproduktion des Callus zu verhüten. Nach 4 Wochen war bereits bedeutende Besserung, nach einem Jahre fast vollständige Heilung eingetreten.

Beobachtung von Tillaux[2]). Splitterbruch in der Mitte des Humerus bei einem 53jährigen Manne; bei der Entfernung des Verbandes nach 6—7 Wochen wurde eine totale Paralyse der N. radialis constatirt. Nach 8 Wochen Blosslegung der Bruchstelle: der Nerv lag in einem 3 cm langen knöchern-fibrösen „Tunnel", der bajonettförmig geknickt war, und fand sich stellenweise eingeklemmt und verdünnt, an anderen Stellen verdickt, so dass er eine Perlschnurform zeigte. Abmeisselung des Knochencanals. Nach 14 Tagen Beginn der Besserung, nach einem halben Jahre vollständige Heilung.

Beobachtung von Delens[3]). Subcutane Fractur des unteren Endes des Humerus bei einem 37jährigen Manne; bei Abnahme des Verbandes nach 5 Wochen wurde eine Radialislähmung constatirt. Nach 8 Wochen wurde der Nerv an der Bruchstelle freigelegt: er fand sich bogenförmig verschoben in einen knöchern-fibrösen Canal eingeschlossen, innerhalb desselben unverschieblich fest eingeklemmt, abgeplattet, bis auf die Hälfte verdünnt und von zahlreichen Knochennadeln an-

---

[1]) Bullet. de l'acad. de méd. 28 août 1865.
[2]) Bullet. de la soc. de chirurgie. 26 Juin 1878.
[3]) Bullet. de la soc. de chirurgie. 21 avril 1880. p. 262.

gespiesst. Der Knochenkanal wurde abgemeisselt. Nach einigen Monaten war, vielleicht in Folge einer interkurrenten Erkrankung, nur geringe Besserung der Lähmung eingetreten.

Beobachtung von Busch[1]). In einem Falle von subcutaner Fractur in der Mitte des Humerus wurde nach 8 Wochen bei Abnahme des Verbandes eine complete Radialisparalyse constatirt. Nach 16 Monaten wurde der Nerv freigelegt und fand sich in einen $1^1/_2$ Zoll langen, in seinem Verlaufe rechtwinklig geknickten knöchernen Canal eingeschlossen, innerhalb dessen der Nerv geknickt, bandartig plattgedrückt und verdünnt war. Der knöcherne Canal wurde aufgemeisselt und der Nerv herausgehoben. Schon am 4. Tage nach der Operation war die Reaktion in den Muskeln wiedergekehrt.

Endlich liefert noch eine Beobachtung von Szumann[2]) den schlagenden Beweis dafür, dass es von der Beschaffenheit des den Nerven einschliessenden knöchernen Canales abhängt, ob ersterer geschädigt wird oder nicht. Denn hier fand sich nach einer supracondylären Fractur des Oberschenkels sowohl der N. tibialis als peroneus in Callusmasse eingeschlossen; der erstere, in einer glatten und hinreichend weiten Knochenrinne liegend, war nicht gelähmt, während der letztere in einen engen und rauhen knöchernen Canal eingeklemmt und gelähmt war.

Ausser der eben besprochenen vollständigen Einschliessung der Nerven in Callusmasse können dieselben auch in der verschiedensten Weise durch unregelmässige luxurirende Calluswucherungen und Knochenstacheln oder durch ein fibröses Band oder durch derbes Narbengewebe eine Einschnürung erleiden. Hiefür dienen folgende Fälle zum Beweise.

Beobachtung von Vogt[3]). Subcutane Fractur der Epitrochlea bei einem 19jährigen Mädchen; nach einiger Zeit stellte sich eine zunehmende Paralyse des N. ulnaris ein. Bei der Operation fand sich der Nerv durch knöchernen Callus seitlich gedrückt und von starrem Bindegewebe eingeschlossen, oberhalb der Schnürstelle neuromartig angeschwollen. Auslösung und Dehnung des Nerven, Heilung nach 4 Wochen.

Beobachtung von Vogt[4]). Subcutaner Splitterbruch des chirurgischen Halses des Humerus bei einem 11jährigen Mädchen; nach 7 Wochen Pseudarthrose und complete Paralyse des Plexus brachialis. Es wurde die Resection des Humeruskopfes und Auslösung des Plexus vorgenommen, wobei sich ergab, dass die Nervenstämme zwischen 2 Knochenvorsprüngen in tiefen engen Rinnen eingefalzt lagen. Es trat zunächst einige Besserung ein, jedoch war nach drei Jahren noch vollständige Lähmung und hochgradige Atrophie vorhanden.

Beobachtung von Delens[5]). Subcutane Fractur des Schlüsselbeins mit starker Dislokation bei einem Manne von 42 Jahren, geheilt mit reichlichem Callus, dessen Durchmesser in sagittaler Richtung 5 cm betrug. Der Arm war von der Verletzung an gebrauchsunfähig, nach der Heilung nahm die Contraktilität sämmtlicher Muskeln der Extremität immer mehr ab; starke Atrophie, Sensibilität intakt, Radialpuls abgeschwächt. Nach 3 Monaten subperiostale Resektion des Callus: alsbald war der Radialpuls normal, die Kraft der Muskeln begann nach 8 Tagen zuzunehmen und war nach 3 Monaten normal.

Beobachtung von Jones[6]). Bei einem 14jährigen Knaben, der eine Durchstechungsfractur des unteren Endes des Humerus erlitten hatte, wurde einige Zeit nach der glatten Heilung der Fractur eine totale Radialislähmung constatirt. Bei

---

[1]) Berl. klin. Wochenschr. 1872. Nr. 34.
[2]) Deutsche med. Wochenschr. IX. 1883. S. 764.
[3]) Brandenburg, Ueber Nervenlähmungen an der oberen Extremität durch Brüche des Oberarmes. Inaug.-Dissert. Greifswald 1883. S. 21.
[4]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. 1877. S. 144.
[5]) Arch. génér. 1881. Vol. II. p. 172.
[6]) Med. Chronicle. Oct. 1885. p. 8.

der Operation fand sich der Nerv stark verdickt, fest mit dem Callus verwachsen und ein Knochenstachel in die Substanz des Nerven eingedrungen. Nach Auslösung des Nerven und Abtragung des Knochenstachels erfolgte Heilung.

Beobachtung von Busch[1]). Schrägbruch des Humerus von der Mitte bis in das untere Drittheil, complicirt mit totaler Radialisparalyse. Nach 4 Monaten wurde der Nerv freigelegt, der im Bereiche des Callus durch eine 2 Zoll lange Brücke von narbenartigem Bindegewebe eng eingeschlossen war; die Brücke wurde gespalten, bis der Nerv frei verschieblich war. Sofort Besserung, nach 3 Monaten vollständige Heilung.

Beobachtung von Straeter[2]). Nach einer Fractur des Humerus bestand unvollständige Lähmung des N. radialis. Bei der Operation fand sich der Nerv durch ein fibröses Band eingeschnürt, nach dessen Entfernung Heilung erfolgte.

Beobachtung von Puzey[3]). Durchstechungsfractur beider Vorderarmknochen durch Maschinenverletzung bei einem jungen Menschen von 15 Jahren. Glatte Heilung unter dem antiseptischen Verbande, nur verzögerte sich die Consolidation der Ulnafractur sehr lange. Die gleich nach der Verletzung vorhandenen Erscheinungen von Taubsein und Schmerzen im Gebiete des N. ulnaris steigerten sich allmälig, bis nach der Heilung vollständige sensible und motorische Lähmung des Nerven vorhanden war. Bei der Blosslegung der Bruchstelle nach 6 Monaten fand sich an der Stelle der mit leichter Dislokation geheilten Ulnafractur der N. ulnaris eng über den Callus hinübergespannt, durch dünne fibröse Stränge eingeschnürt, bandartig abgeplattet und verdünnt. Der Nerv wurde vom Callus abgelöst und ringsum freigemacht. Schon nach 3 Tagen begann sich die Sensibilität wieder herzustellen und nach 8 Monaten war vollständige Heilung eingetreten.

§. 322. Die Erscheinungen der Nervenläsion treten in den Fällen von reiner Calluscompression erst während und nach der Consolidation der Fractur ein und sind meist bei der Abnahme des Fracturverbandes, nach 4—8 Wochen beobachtet worden. Liegt jedoch eine Complication mit primärer Contusion oder Compression des Nerven durch ein dislocirtes Fragment vor, so können dieselben Erscheinungen schon unmittelbar an die Verletzung sich anschliessen, so dass hiedurch die Diagnose der Calluscompression erheblich erschwert wird. Man beobachtet bald eine unvollständige Lähmung des Nerven, die sich zuweilen allmälig steigert, wie in dem zuletzt angeführten Falle von Puzey, bald gleich von vornherein eine vollständige motorische und sensible Paralyse; hie und da bestehen daneben auch neuralgische Schmerzen in der Bahn des Nerven, welche durch Zerrungen des unverschieblich fest eingeschlossenen Nerven bei Bewegungen des Gliedes bewirkt werden können. So war in einer Beobachtung von Callender[4]) der N. ulnaris nach einer Fractur des unteren Gelenkendes des Humerus in Narbenmassen eingeschlossen und der Art unverschieblich, dass er bei heftigen Bewegungen des Armes stark gezerrt wurde; in Folge dessen traten stets bei Wurfbewegungen plötzlich Schmerzen, Taubsein und Lähmung in dem Gebiete des Nerven ein, welche einige Tage lang anhielten. In einem Falle von Langenbeck[5]) bestand nach einer Fractur des äusseren Knöchels, nach deren Heilung das Gehen wegen heftiger Schmerzen unmöglich war, eine äusserst schmerzhafte

---

1) Allg. med. Central-Zeitung. 1863. S. 726.
2) Deutsche med. Wochenschr. 1880. S. 660.
3) Lancet. May 16. 1885. p. 979.
4) St. Barthol. Hospit. Report. Vol. VI. 1870.
5) Krause, Ueber Druckparalysen und Druckneurosen bedingt durch Callus- und Narbenmassen. Inaug.-Dissert. Berlin 1882. S. 24.

Stelle im Verlauf des N. peroneus superfic., so dass schon bei leichtem Drucke auf dieselbe heftige Reflexkämpfe der ganzen Extremität ausgelöst wurden. Der Nerv fand sich in narbiges bandartiges Gewebe eingeschlossen, nach der Neurotomie erfolgte vollkommene Heilung.

§. 323. Die Behandlung der in Rede stehenden Nervenläsion, die nur in einer operativen Auslösung und Befreiung des Nerven aus seiner Einschnürung bestehen kann, hat sich als eine äusserst dankbare erwiesen. Die beiden ersten Operationen dieser Art, welche in demselben Jahre (1863) von W. Busch und Ollier mit vollkommenem Erfolge ausgeführt worden sind, haben sogar eine gewisse Berühmtheit erlangt und jetzt ist mit Hülfe der Antiseptik dieser Eingriff vollkommen ungefährlich geworden, durch den ein ganz unbrauchbares Glied wieder seine volle Gebrauchsfähigkeit erlangt. Die Ausführung der Operation geschieht im Allgemeinen in der Art, dass man den Nerven im Niveau der Bruchstelle aufsucht, bis zur Compressionsstelle verfolgt und ihn nun je nach den Umständen entweder aus den einschliessenden Narbensträngen oder Callusmassen durch Resektion derselben ausschält (Fig. 191). Hiebei muss natürlich mit der grössten Vorsicht die Verletzung des ohnehin verdünnten Nerven vermieden werden, zumal wenn er nur durch Aufmeisselung eines engen Knochencanales befreit werden kann. Unter allen Umständen ist durch strenge Handhabung der Antiseptik eine primäre Wundheilung anzustreben.

Fig. 191.



Auslösung des N. radialis aus dem Callus einer Humerusfractur durch Resektion des Callus. Nach Ollier [1]).

Unter den 38 Fällen unserer Casuistik ist eine derartige Operation 30mal vorgenommen worden, und zwar 20mal am N. radialis (Busch, Ollier, Tillaux, Delens, Trélat, Paquet, Lefort, Polaillon, Terrier, Straeter, Socin, Bardenheuer, Jones, P. Bruns), 4mal am Plex. brachialis (Langenbeck, Vogt, Köhler, Delens), 3mal am N. ulnaris (Vogt, Jones, Puzey), 2mal am N. tibialis (Trélat) und 1mal am N. peroneus (Szumann). Der Erfolg war in 24 Fällen vollständige Heilung, in 3 Fällen Besserung; nur 2mal trat, zum Theil in Folge von Störungen der Wundheilung, gar kein Erfolg ein. In einem kürzlich von mir operirten Falle ist der Erfolg noch nicht vollständig eingetreten, aber in sicherer Aussicht.

Was endlich die Heilungsdauer nach der Operation bis zur funktionellen Wiederherstellung betrifft, so gilt hier dasselbe, was bereits früher bezüglich der Nervencompression durch dislocirte Fragmente ausgeführt worden ist. Ergibt nämlich die vorgängige elektrodiagnostische Untersuchung, dass die faradische Erregbarkeit des Nerven unterhalb der Compressionsstelle erhalten ist, so tritt nach der Operation

---

[1]) Ollier, Traité de la régénerat. des os. T. II. Pl. IX.

eine rasche Wiederherstellung der Funktion ein, wie eine solche in der That mehrmals schon im Verlaufe einiger Wochen beobachtet worden ist. Lässt sich dagegen eine vorgeschrittene Nervendegeneration nachweisen, so wird durch die Operation erst die Regeneration ermöglicht, die dann mindestens 3—6 Monate und oft noch weit längere Zeit, bis zu einem Jahre, in Anspruch nimmt. In dieser Beziehung hängt desshalb auch die Prognose wesentlich von der Dauer der Nervencompression im Einzelfalle ab.

Cap. III.

Fettembolie.

§. 324. Eine sehr häufige, aber gewöhnlich unschuldige Folge der Knochenbrüche ist das Hineingerathen und Verschleppen von flüssigem Fett innerhalb des Gefässsystems, die sogenannte Fettembolie.

Die Kenntniss dieser Complikation stammt erst aus den beiden letzten Dezennien und ist fast ausschliesslich das Verdienst deutscher Forschung. Nachdem Zenker (1862) zum ersten Male beim Menschen eigentliche Fettembolie der Lungen in Folge einer schweren Verletzung beobachtet hatte, wurde diese Affektion auf klinischem und experimentellem Wege namentlich von Wagner, Bergmann, O. Weber, F. Busch, Waldeyer, Czerny, Halm, Flournoy (Recklinghausen), Wiener und Scriba genauer erforscht. Allein trotz dieser und zahlreicher anderer Arbeiten ist die Pathologie des Processes noch keineswegs hinreichend aufgeklärt, vielmehr gehen die Ansichten über manche Punkte noch sehr weit auseinander. Ganz besonders gilt diess mit Bezug auf die Bedeutung der Fettembolie, die von Manchen für einen sehr gefährlichen, von Anderen für einen recht unschuldigen Vorgang angesehen wird.

Wir wollen daher versuchen, an der Hand des bisher vorliegenden Beobachtungsmateriales den gegenwärtigen Stand dieser Frage zusammenzufassen, indem wir im Wesentlichen den neuesten Arbeiten von Wiener und Scriba folgen. Der Umstand, dass eine solche Darstellung bisher in keinem Lehrbuche enthalten ist, mag die ausführliche Besprechung des Gegenstandes rechtfertigen.

§. 325. Das Vorkommen der Fettembolie nach Fracturen ist jedenfalls ein ausserordentlich häufiges. Im Voraus muss jedoch daran erinnert werden, dass nicht blos nach Verletzungen und Operationen aller Art an den Knochen und Weichtheilen, sondern auch nach akuten und chronischen Entzündungen und Eiterungen der Knochen und Weichtheile, sowie nach den verschiedenartigsten Krankheiten der inneren Organe Fettembolie constatirt und zum Theil sogar als Todesursache angesprochen worden ist.

Flurnoy[1]), der sämmtliche Leichen, die innerhalb 4 Monaten im Strassburger pathologisch-anatomischen Institute zur Sektion kamen, auf diese Affektion untersuchte, fand unter 250 Sektionen 26mal Fett in den Lungen, also in etwa

---

[1]) Flournoy, Contribut. à l'étude de l'embolie graisseuse. Strasbourg 1878.

10 Procent der Fälle; desgleichen Scriba[1]) bei 46 Sektionen 28mal, also in 52 Procent der Fälle.

Ob nach jedem Knochenbruch Fettembolie, wenn auch in minimaler Menge, zu Stande kommt, ist noch nicht sicher erwiesen, aber höchst wahrscheinlich. Am constantesten tritt dieselbe jedenfalls nach Fracturen der langen Röhrenknochen mit Eröffnung der Markröhre, und zwar sowohl nach subcutanen als offenen auf und ist am reichlichsten nach schweren Splitterbrüchen, Zermalmungen und multiplen Fracturen. Auch bei Brüchen der platten Knochen (Schädel, Becken, Schulterblatt) ist wiederholt Fettembolie nachgewiesen worden. Scriba konnte bei 24 Fracturkranken durch Untersuchung des Urins 22mal Fettembolie constatiren; unter den Fracturen fanden sich 16 subcutane und 6 offene. Halm[2]) fand bei 20 Obduktionsfällen nach Knochenbrüchen jedesmal Fettembolie, jedoch handelte es sich mit Ausnahme eines Falles von subcutanem Schädelbruch ausschliesslich um sehr schwere complicirte und mehrfache Brüche und Zermalmungen der Glieder.

Ausserdem machte Halm an 13 Thieren Knochenverletzungen und Operationen verschiedener Art von einem einfachen Bruch bis zur völligen Zermalmung ganzer Glieder unter der hydraulischen Presse. 12mal fand sich danach Fettembolie der Lungen und anderer Organe; nur in einem Versuche, in dem ein keilförmiges Stück aus dem Oberschenkel, ohne dabei das Mark zu verletzen, ausgemeisselt worden war, wurde dieselbe vermisst.

§. 326. Ueber die Entstehung und das Wesen der Fettembolie sind durch zahlreiche Beobachtungen und Experimente manche wichtige Thatsachen ermittelt worden, während manche andere Punkte noch der Erklärung harren.

Bei jedem Knochenbruch ist die einzige, für die Entstehung der Fettembolie absolut nothwendige Bedingung gegeben, dass nämlich in irgend einem Theile des Körpers flüssiges Fett frei, d. h. ausserhalb von Zellen vorhanden ist. Die Menge des flüssigen Fettes ist natürlich um so grösser, je voluminöser und markreicher der betreffende Knochentheil und je ausgedehnter die Zerreissung und Zertrümmerung des Knochenmarkes ist. Nun kommen aber doch auch Fälle vor, in denen nach einfachen Fracturen dünner und wenig markhaltiger Knochen, wie beispielsweise denen der Fibula, bei denen sicherlich nur wenig Fettzellen und Gefässe im Knochen eröffnet werden, nichtsdestoweniger sehr massige Fettembolieen gefolgt sind. Diese Beobachtungen lassen kaum eine andere Deutung zu, als dass ausser dem Fett des Knochenmarkes auch das des verletzten Unterhautzellgewebes in der Umgebung der Bruchstelle in den Kreislauf aufgenommen und verschleppt werden kann, vorausgesetzt natürlich, dass das Fett nicht durch eine breite Wunde frei nach aussen abfliessen kann. Mit dieser Annahme würde die Thatsache im Einklange stehen, dass in den meisten Beobachtungen, in denen nach dem tödtlichen Ausgange reichliche Fettembolieen nachgewiesen worden sind, die Fracturen mit bedeutenden Weichtheilverletzungen complicirt waren. Ueberdiess liegen ja auch

---

[1]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. XII. 1880.

[2]) Halm, Beiträge zur Lehre von der Fettembolie. Habilitationsschrift. München 1876.

eine ganze Reihe von Beobachtungen vor — Scriba hat deren 15 zusammengestellt — in denen nach Weichtheilverletzungen allein Fettembolie gefolgt ist, ein Vorgang, der, wie wir später anführen werden, auch experimentell nachgeahmt worden ist.

Die eben berührte Frage hinsichtlich der Herkunft des embolischen Fettes bei Fracturen ist bisher nur von Pinner[1]) bei der Mittheilung des folgenden Falles berücksichtigt worden. Ein Mann von 61 Jahren hatte durch Ueberfahrung eine Fractur des Köpfchens der Fibula mit kleiner Hautwunde und ausgedehnter Quetschung und Abhebung der Haut des Ober- und Unterschenkels erlitten. Bei der Erweiterung der Wunde ergoss sich eine bedeutende Menge Blut, das mit einer auffallenden Menge von Fett gemischt war, so dass letzteres beim Erkalten auf der Oberfläche eine starre dicke Schichte bildete. Die Wunde wurde antiseptisch behandelt. Während die beiden ersten Tage ungestört und beinahe fieberfrei verlaufen waren, stellte sich am 3. Tage rascher Verfall ein, verbunden mit leichtem Coma, schnell sinkendem Blutdruck und vermehrter Respiration, und noch an demselben Tage erfolgte der Tod. Die Sektion ergab eine sehr ausgedehnte Fettembolie der Lungen und geringe der Nieren, ferner hochgradiges Lungenödem, starken Fettgehalt des Blutes im linken Herzen, sowie geringe Menge Fett im rechten Herzen und in den Sinus der Schädelbasis. Pinner gibt zu, dass in dem vorstehenden Falle die Fettembolie unmöglich durch die nur wenige Gramm betragende Fettmenge der gebrochenen Fibula bewirkt sein konnte.

Desgleichen beschreibt Reyher[2]) einen Fall, in dem es sich nur um einen Streifschuss der Tibia handelte, der die Markhöhle nicht eröffnet und doch eine enorme Anfüllung der Lungenkapillaren mit flüssigem Fett verursacht hatte.

Die Entstehung der Fettembolie wird ausserdem dadurch begünstigt, dass bei jedem Knochenbruch an dem Sitze des freien Fettes Gefässe zerrissen sind, so dass durch die offenen Gefässlumina der Uebertritt von grosstropfigem Fett in die Blutbahn erfolgen kann. Dazu sind die Gefässe des Knochenmarkes sehr weit und besitzen ganz abnorm dünne Wandungen, wie auch das Fettgewebe des Markes nur eine ganz minimale Bindesubstanz enthält. Der Druck im Knochen, wenn ein solcher neben der aspirirenden Kraft der Venen überhaupt noch nothwendig ist, wird durch den stets vorhandenen Bluterguss noch erhöht: es wirkt also jeder noch so geringe Bluterguss als Vis a tergo, welche das Fett in die Gefässe treibt.

Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass die Fettaufnahme vorzugsweise direkt durch die zerrissenen Knochenvenen in die Blutbahn erfolgt, jedoch ist neuerdings nachgewiesen, dass auch die Lymphgefässe, und zwar nicht bloss die zerrissenen, sondern auch die intakten die Fähigkeit besitzen, grosstropfiges Fett aufzunehmen und weiter zu befördern, und dass auch die eingeschalteten Lymphdrüsen nicht im Stande sind, das Zustandekommen der Fettembolie zu verhüten.

Den Weg der Fettaufnahme durch die offenen Lumina der verletzten Gefässe der Knochen hat zuerst F. Busch[3]) experimentell bewiesen. Nachdem bei Kaninchen die Markhöhle der Tibia angebohrt und nach Zerstörung des Markes zinnoberhaltiges Fett in dieselbe injicirt worden war, fanden sich sowohl in der V. cruralis und cava als auch in den Blutgefässen der Havers'schen Canälchen zinnoberhaltige Fetttröpfchen vor. Ausserdem liesen sich auch in den zugehörigen Lymphdrüsen constant Fetttröpfchen erkennen, was zu dem Schlusse berechtigte, dass auch die Lymphgefässe Fett aufnehmen und Embolieen erzeugen können; jedoch nahm Busch an, dass nicht die unverletzten, sondern nur die zerrissenen Lymphgefässe der

---

[1]) Berl. klin. Wochenschr. 1883. Nr. 13.
[2]) St. Petersburg. med. Wochenschr. 1878.
[3]) Virchow's Archiv. Bd. 35. 1866. S. 321.

Knochen hiezu im Stande wären. Eine Betheiligung der Blut- und Lymphgefässe der umgebenden Weichtheile stellte er in Abrede, da er keine Fettresorption vom Unterhautbindegewebe aus constatiren konnte.

Riedel[1]) gelangte bei seinen Experimenten zu dem Schlusse, dass auch die unverletzten Lymphgefässe Fett resorbiren, jedoch komme auf diesem Wege wenigstens an den Extremitäten niemals irgend erhebliche Fettembolie zu Stande, da das Fett die Filtrirungsapparate der Lymphdrüsen passire und daselbst chylusartig fein zertheilt werde, so dass es sich nicht wieder zusammenballen und die Lungenkapillaren verstopfen könne. Auch Flournoy[2]) läugnet, dass bei subcutanen Injektionen von Oel Embolieen entstehen können. Dagegen hat neuerdings Wiener[3]) durch Versuche mit Oelinjektionen in die Brust- und Bauchhöhle sowie in den Froschlymphsack und das subcutane Zellgewebe den sicheren Nachweiss geliefert, dass auch die intakten Lymphbahnen grosstropfiges Fett resorbiren und verschleppen; wahrscheinlich dehnt hiebei das Fett die Lymphgänge der Lymphdrüsen ebenso wie andere Capillargänge aus und ist vermöge seiner Fähigkeit, sich in lange enge Cylinder auszuziehen, im Stande, auch diese engen Bahnen zu passiren.

Der Uebertritt des Fettes in die Blutbahn erfolgt jedenfalls zum grössten Theil unmittelbar nach der Verletzung, da nach einiger Zeit, wenn der Bluterguss sich ausgebildet hat, die offenen Gefässlumina durch Gerinnsel verlegt sind. Hiefür sprechen die Versuche von Busch und Halm, welche bei Thieren, die schon während der Zerstörung des Knochenmarkes zu Grunde gingen, bereits erhebliche Fettembolieen fanden. Auch Scriba sah bei einem Frosche, dem beide Unterschenkel gebrochen waren, schon genau nach 24 Secunden die ersten Fetttröpfchen in die Zungenarterie eintreten, die während dieser Zeit schon die Lungencapillaren passirt und sich wieder zu grösseren Tropfen vereinigt hatten. Auch in mehreren klinischen Beobachtungen von Halm, in denen schon 1—1½ Stunden nach der Verletzung der tödtliche Ausgang erfolgte, liess sich bereits eine hochgradige Fettembolie der Lungen nachweisen.

Das in den venösen Kreislauf gelangte Fett wird in der Richtung des Blutstromes fortgeschwemmt und zum grössten Theil in den Lungencapillaren angehalten, in denen es, ohne emulgirt zu werden, Embolieen bildet. Hinsichtlich der feineren Vorgänge bei dieser Bildung der Emboli geht aus den Untersuchungen von Scriba hervor, dass das Fett an der Innenwand der Gefässe hängen bleibt, sobald es nicht mehr von der Intima durch eine Blutschichte getrennt ist. Diess geschieht am leichtesten dann, wenn grössere Tropfen aus einem weiteren Gefäss in ein engeres gedrängt werden, oder wenn mehrere kleinere Tropfen zu einem grösseren confluiren. Die Lungencapillaren finden sich dann mit Oel ausgegossen, jedoch niemals das ganze Capillarnetz eines Alveolus, vielmehr pflegen die Tropfen vornehmlich an den Theilungs- resp. Vereinigungswinkeln der Haargefässe festzusitzen, getrennt von einander durch stagnirende Capillarblutsäulen (Cohnheim).

Scriba beobachtete direkt an der aufgespannten Froschzunge den Entstehungsmechanismus der Fettembolie. Genau 42 Secunden nachdem beide Unterschenkel gebrochen waren, sah man die ersten Fetttröpfchen in die Zungenarterie eintreten, im Anfange nur sehr wenige und kleine, später reichliche und grosse Tropfen. Fettmassen, die mindestens 20—25 mal so gross waren als Froschblutkörperchen, liefen sehr rasch durch die grossen Gefässe; sie drängten sich zwischen den Blutkörperchen hindurch, wurden fortwährend getheilt, um sich sofort wieder zu vereinigen; nur da, wo die durch im Wege liegende Blutkörperchen abgetheilten Tröpfchen in den Strom eines abgehenden Gefässzweiges geriethen, gingen sie mit

---

[1]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 8. S. 571.
[2]) Flournoy, Contribut. à l'étude de l'embolie graisseuse. Strasbourg 1878.
[3]) Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie. Bd. 11. S. 275.

diesem blitzschnell weiter, während die Hauptmasse unbeeinflusst von dem Seitenstrome in dem grösseren Gefässe weiterging. Verfolgte man einen kleineren Tropfen genauer, so sah man bald, wie er sich festsetzte. In ein engeres Gefäss getrieben verlängerte er sich, es rissen wohl auch nochmals kleinere Partikelchen ab; trat dann ein neuer Fetttropfen in dasselbe Gefäss ein und vereinigte sich mit dem vorhandenen zu einem grösseren Tropfen, so erfolgte plötzlich ein Stillstand des Blutstromes dieser Arterie: der vorher nur an einer Stelle adhärente Embolus war dadurch zum total obturirenden geworden. Sehr gut sah man zuweilen reitende Emboli entstehen, aber nur da, wo ein Gefäss sich in zwei unter sich vollkommen gleichweite Aeste theilte; ging dagegen ein viel kleinerer Ast ab, so theilte sich der Fetttropfen und verstopfte nur das kleine Gefäss oder ging ganz im grösseren weiter. — Sehr bald war die ganze Zunge voll Embolieen und ein grosser Theil ihres Capillarkreislaufes aufgehoben, und nur in den grossen Gefässen ging der Blutstrom weiter.

Ein kleinerer Theil des in die Lungen gelangten Fettes passirt die Lungencapillaren, gelangt durch das linke Herz in den arteriellen Kreislauf und dessen Capillarausbreitung in den Organen, um daselbst wieder zum Theil Embolieen zu bilden, zum Theil aus dem Körper ausgeschieden zu werden. Auf diese Weise kann es zu einer allgemeinen Fettembolie aller Organe und Gewebe kommen, namentlich der Nieren, Leber, Milz, des Gehirns und Rückenmarks, der Magen-, Darm- und Blasenwand, der Muskeln und Haut. Im Einzelnen finden sich nach den Befunden von Scriba die Embolieen im Gehirn und Rückenmark am leichtesten in den Piagefässen, in der Tela und den Plexus chorioidei; in den Nieren füllt die Hauptmenge des Fettes die Capillarschlingen der Glomeruli oder auch schon das Lumen der Harncanälchen; in der Milz finden sich ausser reichlichen Embolieen grosse zusammengeflossene Fetttropfen in den kavernösen Bluträumen der Pulpa und in den Pulpazellen selbst deutlich wahrnehmbare Fetttropfen.

Ein derartiger sehr ausgesprochener Fall von allgemeiner Fettembolie ist von Recklinghausen und F. Busch beobachtet und mitgetheilt worden.

Derselbe betrifft einen Mann, der in Folge eines Hufschlages einen Querbruch der Tibia mit einer kleinen Hautwunde erlitten hatte, die jedoch mit der Bruchstelle nicht communicirte. Nachdem sich Patient anfangs vollkommen wohl befunden hatte, klagte er am folgenden Tage über grosse Schwäche, die immer mehr zunahm; er verfiel zuletzt in Coma und starb 36 Stunden nach der Verletzung, ohne dass die Wunde im mindesten ein schlechtes Aussehen angenommen hatte. Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich in den Capillaren, den kleinen Arterien und anscheinend auch den Venen des ganzen Körpers (in Gehirn, Conjunctiva, Lunge, Herz, Leber, Nieren, Darmzotten, Muskeln, Haut) grosse Mengen baumförmig verästelter, vollkommen klarer ungefärbter Fetttropfen, oft sehr deutlich abwechselnd mit blutiger Injektion der Gefässe. Am reichlichsten war das Fett in der Lunge. Es zeigte hier auf eine äusserst exquisite Weise die bekannte Zeichnung der Capillaren, und zwar beschränkte sich dieselbe nicht auf einzelne Gruppen, sondern verbreitete sich fast gleichmässig über den ganzen Schnitt, so dass nach der äusseren Schätzung nur ein sehr geringer Theil der Capillaren für das Blut durchgängig geblieben sein konnte. In den Nieren enthielten viele Glomeruli Fett, welches sehr deutlich die einzelnen Gefässschlingen darstellte; in einigen Glomeruli waren die Gefässe vollständig erfüllt wie bei der gelungensten Injektion. Von einer Veränderung in den umliegenden Geweben war nichts wahrzunehmen. Nirgends bestand das Fett aus einzelnen feinen Körnchen, sondern bildete überall eine homogene, klare, farblose Masse.

§. 327. Es erhebt sich nun weiter die Frage, welche lokale Veränderungen die Fettembolie in den betreffenden Ge-

weben und Organen zur Folge hat. Bekanntlich ist zuerst von Wagner die Ansicht aufgestellt worden, dass das embolische Fett Entzündung und Abscesse bewirke und somit eine morphologisch nachweisbare Ursache der Pyämie sei. Wir wissen aber jetzt bestimmt, dass die Fettembolie zu den blanden oder reizlosen Embolieen gehört, die keine entzündungserregenden Eigenschaften besitzen, sondern nur mechanisch die Gefässlichtung verstopfen. Offenbar wurde jener Irrthum dadurch veranlasst, dass man sowohl bei der Ausführung der Experimente als bei der Beurtheilung der klinischen Befunde die Embolieen mit reinem und die mit inficirtem septischem Fett nicht unterschied.

Der strittigste Punkt betrifft zunächst die Störungen, welche die Fettembolie in den Lungen bewirkt. Abgesehen von kleinen oberflächlich gelegenen Ekchymosen, die nicht selten vorhanden aber ohne Bedeutung sind, ist das Vorkommen von hämorrhagischen Infarkten in mehr oder weniger reichlicher Anzahl sehr häufig, aber nicht constant beobachtet worden. Ueberdies sind sie meist von geringer Ausdehnung, ohne Spur von Entzündungserscheinungen und pflegen innerhalb einiger Wochen ganz zu verschwinden.

Die hämorrhagischen Infarkte entstehen nach dem von Cohnheim geschilderten Modus des Blutaustrittes nach rückläufiger Anschoppung, nicht durch Gefässruptur in Folge erhöhten Blutdruckes. Daher ist denn auch ein gewisser Zeitraum bis zur Infarktbildung erforderlich und letztere wird bei solchen Versuchen vermisst, bei denen vor Ablauf der ersten 12 Stunden nach der Verletzung das Thier zu Grunde ging (Scriba). Die Infarkte entstehen ferner nur da, wo jenseits des Fettembolus keine genügenden Capillaranastomosen mehr sind, während in den anderen durch Emboli verschlossenen Gebieten die Cirkulation durch die reichlichen Capillaranastomosen der Lungenarterien aufrecht erhalten wird.

Weit wichtiger als diese Veränderungen ist das in Folge von Fettembolie zuweilen auftretende allgemeine Lungenödem. Während dasselbe bisher als eine häufige Folge und als die gewöhnliche Todesursache nach Fettembolie angeführt wurde, haben die neuesten Untersuchungen hierüber von Scriba und Wiener zu dem übereinstimmenden Resultate geführt, dass die Fettembolie nur ausnahmsweise allgemeines Lungenödem zur Folge hat.

Bei seinen zahlreichen Versuchen fand nämlich Scriba niemals allgemeines, sondern nur hie und da partielles Lungenödem, während Wiener nur bei sehr hochgradigen Embolieen der Lungen und auch bei diesen keineswegs constant Lungenödem beobachtete. Stehen diese Resultate mit der bisherigen Annahme in Widerspruch, so ist daran zu erinnern, dass überhaupt die Entstehung des Lungenödems durch fluxionäre collaterale Hyperämie, wie sie auch hinsichtlich der Fettembolie acceptirt worden ist, durch die Untersuchungen von Cohnheim, Lichtheim und Welch widerlegt worden ist. Wir wissen durch dieselben, dass die Lungenarterie vermöge der grossen Dehnbarkeit ihrer Wände die Cirkulationsstörungen innerhalb weiter Grenzen auszugleichen vermag, und dass selbst nach Verschluss zahlreicher Aeste derselben niemals Oedem, sondern der Tod durch Athmungsinsufficienz erfolgt. Auch konnte Wiener die Angabe von Lichtheim, dass die Ausschaltung selbst grosser Stromgebiete der Lungenarterie den Blutdruck im Körperkreislauf nicht alterire, auch hinsichtlich der Fettembolie an mehreren Versuchsthieren bestätigen, bei denen trotz bedeutender Fettembolie der Blutdruck in der Art. cruralis ganz normal blieb. Es ergibt sich somit, dass selbst bei sehr bedeutender Fettembolie die Cirkulation ganz ungestört von statten gehen kann.

Was ferner den Einfluss der Fettembolie auf die Herzthätigkeit betrifft, so hatte Bergmann die Ansicht aufgestellt, dass grössere Fettmengen eine Herzparalyse verursachen können, indem die Stauung

im rechten Herzen und in den Coronar-Venen den Zutritt von arteriellem Blute in die Herzcapillaren verhindere. Auch Panum nahm die Möglichkeit einer Herzparalyse an, erklärte sie jedoch direkt durch Fettembolie der Herzcapillaren. Dagegen sah Scriba bei häufig wiederholten Versuchen trotz sehr reichlicher Embolieen der Herzcapillaren und Coronar-Venen niemals Störung der Herzaktion und gelangte daher zu dem Schlusse, dass die Fettembolie überhaupt keinen störenden Einfluss auf die Herzthätigkeit ausübt.

Auch in den übrigen Organen bewirkt die Fettembolie, abgesehen von vereinzelten Ekchymosen, keinerlei nachweisbare Ernährungsstörungen. Nur bezüglich des Blutes nimmt Scriba auf Grund einiger Versuche an, dass das Fett im Blute nicht als indifferenter Körper angesehen werden darf, sondern einen deletären Einfluss auf die rothen Blutkörperchen ausübt.

§. 328. Ueber das Schicksal und die Art der Ausscheidung des Fettes haben wir bereits erwähnt, dass der grössere Theil desselben zunächst in den Lungen Embolieen bildet, der kleinere Theil in den arteriellen Kreislauf gelangt, um theils auch Embolieen zu bilden, theils im Urin ausgeschieden zu werden. Nach den Ergebnissen von Scriba lösen sich nun 8—12 Tage nach dem Eintritte des Fettes in das Blut die Emboli, besonders in der Lunge, gelangen von Neuem in den Kreislauf und machen hier den gleichen Umlauf, wie das erste Mal, während die Embolieen im Körper nach ihrer Lösung wieder durch die Venen und das rechte Herz in die Lungen kommen. Derselbe Turnus wiederholt sich noch mehrere Male.

Diesem Turnus entspricht das periodische Auftreten von Fett im Urin, auf das wir später (§. 329) näher eingehen werden. Die Ausscheidung des Fettes geschieht demnach wohl grösstentheils durch die Nieren; sie beginnt am 2.—4. Tage nach der Verletzung und endigt nach 3—5 Wochen.

Der Ort der Ausscheidung wurde zuerst von Bergmann in die Glomeruli verlegt, da sich in diesen die Hauptmenge des Fettes angesammelt fand. Den sicheren Beweis hiefür hat Scriba mittelst des Nussbaum'schon Verfahrens, beim Frosche die Nierenarterien zu unterbinden und die Glomeruli aus der Cirkulation auszuschalten, geliefert: denn nach der Unterbindung zeigte sich die Niere nicht mehr fähig, aus dem fetthaltigen Blute fetthaltigen Urin zu bereiten. Es besteht somit der Process der Ausscheidung des Fettes in einem Durchtritt durch die intakten Gefässwände beziehungsweise durch die Wandungen, welche die Malpighi'schen Körperchen von den Anfängen der Harncanälchen scheiden.

Das übrige von den Nieren nicht ausgeschiedene Fett wird im Körper resorbirt, beziehungsweise im Blute verseift oder verbrannt (Wiener). Die Annahme von Bergmann, dass das fein vertheilte Fett durch die intakten Capillarwände in das Lungengewebe hindurchtrete und daselbst resorbirt werde, wird von Scriba und Wiener in Abrede gestellt.

§. 329. Die klinischen Symptome der Fettembolie sind noch nicht hinreichend bekannt und scheinen nach den Beobachtungen am

Menschen und den Ergebnissen der Thierexperimente sehr wechselnd zu sein. Am meisten charakteristisch sind folgende Erscheinungen.

1) Das Auftreten von Fett im Urin ist jedenfalls für die geringeren Grade der Fettembolie das wichtigste klinische Symptom. Scriba konnte den Nachweis desselben fast bei allen Fracturkranken liefern. Wenn dagegen Halm dieser Nachweis nur in 28 und Riedel in 42 Procent der Fälle gelang, so liegt die Ursache dieser Differenz darin, dass die beiden letzteren Beobachter nur das in grösseren Tropfen ausgeschiedene Fett fanden, dagegen die häufigere Emulsionsform übersahen.

Es ist nämlich zweifellos, dass es selbst bei hochgradiger Fettembolie nur selten zur Ausscheidung von flüssigem Fett kommt; der Urin enthält dann grössere Fetttropfen, welche auf der Oberfläche schwimmen und abgeschöpft werden können. In den meisten Fällen ist dagegen, wie Scriba nachgewiesen hat, emulgirtes Fett im Harn vorhanden: der Urin setzt beim Stehen an der Oberfläche eine weissliche, schleimig oder wolkig aussehende, manchmal bis 3 cm dicke Schichte ab, welche mikroskopisch nur selten als Fett zu erkennen ist. Unter dem Mikroskop besteht die Schichte aus ganz kleinen kugelrunden, stark lichtbrechenden Körnchen mit feinen dunkleren Contouren, welche bald aneinander geklebt, bald regellos in dem Gesichtsfeld zerstreut, bald zu verschiedenen Figuren vereinigt sind und höchstens die halbe Grösse von Blutkörperchen besitzen. Diese Körnchen lassen sich als Fetttröpfchen nachweisen, deren jedes eine Haptogenmembran besitzt, da sie nicht confluiren.

Dieser Nachweis geschieht nach Scriba in folgender Weise. Bringt man einen Tropfen der obersten Urinschichte auf einen Objektträger und bedeckt ihn mit einem Deckgläschen, so sind zwei deutliche Schichten zu unterscheiden, eine obere, direkt unter dem Deckglas, die nur aus solchen Körnchen und eine untere, die aus Schleim, Epithelien u. s. w. mit zahlreichen denselben anklebenden Kugelkörnchen besteht. Die Körnchen färben sich in schwacher Lösung von Ueberosmiumsäure nach einigen Stunden tief braunschwarz. Dampft man die Flüssigkeit bis zur Trockne ab, oder lässt man sie, bis sie verdunstet ist, stehen und schüttelt den Rückstand mit Aether, so löst er sich fast ganz auf, und Tropfen von der Lösung auf Papier geschüttet verursachen Fettflecken. Lässt man einen Tropfen auf einem Objektträger verdunsten, so krystallisiren meist schöne Nadeln aus, zwischen denen ganz kleine Fetttröpfchen liegen.

Das Auftreten des Fettharnes erfolgt nach den Scriba'schen Beobachtungen stets in bestimmten Perioden: die erste zeigt sich am 2. bis 4. Tage nach der Verletzung, die zweite am 10.—14. Tage, und zuweilen folgt noch in Pausen von je 6—10 Tagen eine dritte oder sogar vierte Periode des Auftretens. Der Urin hat beim jedesmaligen Auftreten während mehrerer Tage einen Gehalt an Fett.

Diese Periodicität im Auftreten des Fettharnes findet ihre Erklärung in der Art der Ausscheidung des Fettes durch die Nieren, wie sie früher (§. 328) geschildert worden ist.

2) Herabsetzung der Körpertemperatur ist ein beim Thierexperiment durchaus constantes Symptom, dessen Intensität und Dauer mit der Menge des in den Kreislauf gebrachten Fettes gleichen Schritt hält. Der Temperaturabfall erreicht bei hochgradiger Fettembolie in 6—10 Stunden das tiefste Niveau und innerhalb derselben Zeitdauer findet auch schon wieder der Ausgleich statt. Ist dagegen die Fett-

embolie eine tödtliche, so tritt ein solcher Ausgleich nicht ein, sondern die Temperatur fällt fortwährend bis zum Eintritt des Todes. (Scriba.)

Czerny hat bei 13 Versuchen von 2 bis zu 30 g reines Olivenöl oder klares Schweinefett von 30—40° C. in die V. jugularis injicirt. In 5 von 6 Versuchen, in denen die Versuchsthiere den Eingriff überstanden haben, trat Temperaturabfall bis zu 1,9° C. ein, und nur 1mal ging dem Abfall eine geringe Steigerung voraus. In allen Fällen, in denen der Tod erst mehrere Stunden nach der Fettinjection eintrat, wurden mitunter sehr bedeutende prämortale Temperaturherabsetzungen (bis zu 32,5° C. im Rectum) beobachtet.

Bei den Experimenten von Scriba, in denen die Thiere den Eingriff überlebten, fiel die Temperatur innerhalb 4—10 Stunden um 2,7 bis 4,4°. Noch energischer war der Abfall, wenn in Folge der Embolie der Tod eintrat: in einem Versuche ging die Temperatur in 9 Stunden um 9,5°, in einem anderen innerhalb 7 Stunden um 6,3°, in einem 3. Versuche sogar innerhalb 1½ Stunden um 7° herunter.

Ob diese an Versuchsthieren gewonnenen Resultate auch für die Fettembolie des Menschen zutreffen, ist zwar höchst wahrscheinlich, aber noch nicht sicher erwiesen, da bisher nur von Halm in einer Anzahl von Beobachtungen subnormale Temperaturen beobachtet worden sind. Jedenfalls aber widerlegen jene experimentellen Ergebnisse die frühere Annahme von Wagner, Busch, Bergmann u. A., dass Temperatursteigerung zu den Symptomen der Fettembolie gehöre und dass das bei subcutanen Fracturen fast immer auftretende Fieber durch Fettembolie bedingt sei. Vielmehr ist wohl die Annahme gerechtfertigt, dass entweder der Temperaturabfall bei raschem Ausgleich gewöhnlich übersehen wird oder bei gleichzeitig vorhandener Fermentintoxikation oder septischer Infektion die fiebererregende Wirkung der letzteren prävalirt. Denn thatsächlich ist in den meisten Fällen von tödtlicher Fettembolie, in denen eben fast immer schwere offene Fracturen zu Grunde lagen, Fieber vorhanden gewesen.

3) Störungen der Respiration, welche auf die Beschränkung des Gasaustausches in den verstopften Lungencapillaren zurückzuführen sind, wurden sowohl bem Menschen, als bei Versuchsthieren sehr häufig beobachtet. Sie bestehen in einer mehr oder weniger schweren Dyspnoë mit beschleunigter und unregelmässiger Athmung, die entweder wieder vorübergeht oder sich bis zum Tode steigert. Der Puls ist dabei bald als frequent, schwach und unregelmässig, bald als gross, voll und kräftig angegeben.

In einzelnen Fällen sind noch während des späteren Verlaufes Erscheinungen beobachtet worden, die auf Infarkte in den Lungen und deren Folgen zurückgeführt wurden, nämlich zeitweises Auftreten leichter Hämoptoe ohne Fieber und meist ohne Dämpfung und Rasselgeräusche.

4) Störungen von Seiten des Centralnervensystems sind gleichfalls als constante Erscheinungen schwerer Fettembolie zu bezeichnen und entweder direkt auf die Embolieen in den Centralorganen oder auf die von dem behinderten Gasaustausch in den Lungen abhängige Kohlensäureintoxikation zurückzuführen. Charakteristisch ist ein rascher schwerer Collaps, der sich von dem gewöhnlichen Shok dadurch unterscheidet, dass er nicht unmittelbar an die Verletzung sich anschliesst, sondern erst nach einem mehrstündigen Intervall von relativem Wohlbefinden sich einstellt. In den tödtlich endigenden Fällen besteht hiebei auffallende Blässe der Haut und Schleimhäute, grosse Schwäche und Schwerbeweglichkeit, Apathie, verminderte Sensibilität

und Reflexerregbarkeit, zuweilen Krämpfe und dann Lähmung, die schliesslich die Respirationscentren ergreift.

§. 330. Schliesslich bleibt noch die Bedeutung der Fettembolie im Gefolge von Fracturen zu besprechen. Die Aufgabe, ein sicheres Urtheil hierüber zu gewinnen, wird dadurch nicht wenig erschwert, dass, wie wir gesehen haben, über die Erscheinungen und Folgeveränderungen derselben noch die grössten Meinungsverschiedenheiten herrschen, so dass nicht selten dieser Complikation mancherlei Folgen zugeschrieben werden, welche der reinen Fettembolie in der That nicht zukommen. Ganz besonders wird aber hiedurch die Beurtheilung der von der Fettembolie drohenden Lebensgefahr erschwert, da in der Mehrzahl der Beobachtungen, in denen der tödtliche Ausgang eintrat und meist auch der Fettembolie zur Last gelegt wurde, gleichzeitig anderweitige Störungen vorlagen, welche gewiss mit mehr Recht als Todesursachen anzusprechen sind. Diess gilt namentlich hinsichtlich der septischen Infektion, welche in vielen Beobachtungen aus dem klinischen Verlauf und Obduktionsbefunde mit Sicherheit zu entnehmen ist; ja man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, als ob manche Beobachter seit der antiseptischen Aera eine leicht erklärliche Vorliebe an den Tag gelegt hätten, den unglücklichen Ausgang bei der Behandlung offener Fracturen einer rein zufälligen und von der Behandlung unabhängigen Complikation zuzuschreiben. Da es sich in den Fällen von Fracturen mit tödtlichem Ausgange fast ausschliesslich um offene Fracturen handelt, ist ja das gleichzeitige Vorkommen von Fettembolie und Sepsis gewiss ausserordentlich häufig und erklärt zugleich die angebliche Aehnlichkeit in den Erscheinungen beider Affectionen, die überdiess noch durch Experimente ohne antiseptische Cautelen und mit unreinem, inficirtem Fette eine weitere Stütze erhalten musste.

Gehen wir nun auf die Frage bezüglich der von der Fettembolie drohenden Lebensgefahr näher ein, so müssen wir zur Beantwortung zunächst die Ergebnisse des Thierexperimentes und dann die Erfahrungen am Menschen heranziehen.

Durch die Thierversuche ist erwiesen, dass sowohl nach Zermalmung eines oder mehrerer Glieder als auch nach Fettinjection in die Venen oder in die Brust- und Bauchhöhle der tödtliche Ausgang eintreten kann, als dessen Ursache allein die Fettembolie nachzuweisen ist. Hiebei ist aber nicht blos die Menge, sondern auch die Art und Weise der Fetteinfuhr von entscheidender Bedeutung. Denn dieselbe Fettmenge, welche bei Einspritzung unter starkem Druck in eine dem Herzen nahe gelegene Vene sofort den Tod herbeiführt, wird bei langsamer Injektion in eine periphere Vene und noch eher bei der natürlichen Aufnahme durch die Venen und Lymphgefässe ohne Schaden ertragen. Jedenfalls ist die Menge des zur Tödtung erforderlichen Fettes eine recht bedeutende, da sie nach den Untersuchungen von Scriba unter den günstigsten Bedingungen mindestens die dreifache Menge des im Oberschenkel des betreffenden Thieres enthaltenen Fettes betragen muss. Dagegen bedarf es unter den Verhältnissen der natürlichen Aufnahme bei Fracturen zur Tödtung des Thieres noch viel grösserer Mengen Fett.

Scriba injicirte einem Hunde in die Arm- und Schenkelvene in Zwischenräumen von mehreren Wochen zuerst die 1½fache, dann die 2fache und hierauf die 4fache Menge an Fett, welche dessen Oberschenkel enthielt, ohne dass bedrohliche Erscheinungen sich einstellten. Erst nachdem etwa ⅓ seiner gesammten Knochenfettmenge in einer Sitzung injicirt worden war, ging das Thier unter den Erscheinungen akuter Gehirnanämie zu Grunde. — Auch bei Kaninchen wurde die Injektion der doppelten Menge des im Oberschenkel enthaltenen Fettes ohne jede Störung ertragen; erst die 3fache Menge, unter grossem Drucke in eine dem Herzen nahe Vene injicirt, wirkte tödtlich. Dagegen konnten durch langsame Aufnahme durch die Lymphgefässe des Bauchfells bedeutend grössere Mengen in den Kreislauf gebracht werden.

Wäre es gestattet, diese Ergebnisse des Thierexperiments auf die menschliche Pathologie zu übertragen, so dürfte eine tödtliche Fettembolie nach Fracturen kaum denkbar sein, wenn man nur die Aufnahme des in den gebrochenen Knochen enthaltenen Fettes in Rechnung zieht, zumal ja überhaupt bei dem Bruch nie das gesammte Fett des Knochens frei wird. Will man daher die tödtliche Fettembolie nach Fracturen nicht ganz in Abrede stellen, so ist man, wie wir bereits Eingangs (§. 326) ausgeführt haben, zu der Annahme gezwungen, dass ein erheblicher Theil das embolischen Fettes aus dem verletzten Unterhautzellgewebe stammt.

Scriba berechnet für den Menschen bei einem Skelettgewicht von 7,5 kg einen Knochenfettgehalt von 855 g und für das Kilogramm Körpergewicht 14 g Knochenfett. Der Oberschenkel enthält 70 g Fett. Nach dem Scriba'schen Postulat könnte demnach beim Menschen eine tödtliche Fettembolie nur nach der Aufnahme von mindestens 210 g Fett in den Kreislauf eintreten.

Wir gehen nun über zu den Beobachtungen am Menschen, in denen im Gefolge von Fracturen der Tod eingetreten ist und bei der Sektion Fettembolie nachgewiesen worden ist. Scriba hat eine Gesammtzahl von 86 derartigen Fällen aus der Litteratur zusammengestellt, die sich aus der neuesten Zeit auf 110 vermehren lässt. Obwohl in der grossen Mehrzahl dieser Fälle die Fettembolie als Todesursache angenommen worden ist, so geht doch aus dem klinischen Verlaufe und dem Sektionsbefunde mit Sicherheit hervor, dass in den meisten Fällen der Tod durch andere Ursachen und nicht durch Fettembolie herbeigeführt worden ist. Unter diesen Ursachen sind die häufigsten Shok, Anämie durch innere oder äussere Verblutung, Ruptur der Lungen, Leber, Milz oder Niere, Contusion des Gehirns und Rückenmarks und selbst vollständige Quertrennung des letzteren, Delirium tremens, Tetanus, Chloroform-Asphyxie, Erysipel, Septicämie und Pyämie. Namentlich die beiden letzteren Formen der septischen Wundinfektion sind unter den Todesfällen sehr häufig vertreten: handelt es sich doch in $^9/_{10}$ der Fälle um offene Fracturen und vollständige Zermalmungen eines oder mehrerer Glieder, bei denen die Bedingungen für das Zustandekommen der Sepsis und Fettembolie gleich günstig sind, da ja in die offenen Gefässe gleichzeitig Fett und septische Stoffe aufgenommen werden können. Uebrigens kann eine Verwechslung beider Affektionen eigentlich nur bei der akuten Sepsis, welche innerhalb der ersten 3—4 Tage zum Tode führt, eintreten, und auch gegen diese schützt die Berücksichtigung der Körpertemperatur, da wir auf Grund der Thierexperimente sicherlich berechtigt sind, der reinen Fettembolie eine die Temperatur herabsetzende Wirkung zuzuschreiben. Besteht daher gleichzeitig bei demselben Ver-

letzten Sepsis und Fettembolie, so wird die fiebererregende Wirkung der ersteren durch den wärmevermindernden Einfluss der letzteren abgeschwächt oder ausgeglichen. Niemals aber kann der tödtliche Ausgang einer Verletzung, der unter hohem Fieber erfolgt, der Fettembolie als solcher zur Last gelegt werden. Oder wie ist es gar zu rechtfertigen, wenn in Fällen von ausgesprochener foudroyanter septischer Gangrän die Fettembolie beschuldigt wird!

Es ist somit gewiss gerechtfertigt, wenn Scriba unter den von ihm gesammelten 86 Todesfällen nur 8 als Folgen der Fettembolie gelten lässt und unter der angeführten Gesammtzahl von 110 Fällen bleiben höchstens 10—12 übrig, bei denen die Fettembolie wirklich als Todesursache betrachtet werden darf.

Angesichts dieser Thatachen gelangen wir zu dem Schlusse, dass die Fettembolie zwar eine ausserordentlich häufige, aber gewöhnlich bedeutungslose Folge der Knochenbrüche ist, die nur in den schwersten, immerhin sehr seltenen Fällen zum Tode führt.

Man muss daher auch beim Nachweis reichlicher Fettembolie sehr vorsichtig sein, dieselbe als Todesursache zu erklären.

Nach unserer bisherigen Kenntniss erfolgt der Tod entweder durch ausgedehnte Embolieen in den Lungen oder im Centralnervensystem, oder durch massenhafte Verlegung der gesammten Capillarbezirke des grossen Kreislaufs.

§. 331. Eine wirksame Therapie der Fettembolie ist zur Zeit noch nicht gefunden, ja es ist fraglich, ob sie jemals zu finden sein wird. Die bisher in Anregung gebrachten intravenösen Injektionen von kohlensaurem Natron (Czerny) oder Schwefeläther (Packard), oder die Unterbindung der das Fett aufsaugenden Venen (Czerny) haben nur den Werth theoretisch construirter Vorschläge, die sich praktisch nicht ausführen lassen. Auch der von Czerny in einem Falle versuchte Aderlass, um die Stauung in den Lungen zu vermindern, ist ohne Nutzen geblieben. Man hat sich daher auf eine symptomatische Behandlung und namentlich die Darreichung von Stimulantien zu beschränken, um die Energie der Herzaktion behufs Ausscheidung des Fettes zu heben.

Cap. IV.

Anderweitige accidentelle Störungen des Heilungsverlaufes.

Ausser den in den vorstehenden Capiteln besprochenen Complikationen, welche mit dem Knochenbruche selbst in unmittelbarem Zusammenhang stehen, sind noch eine Reihe anderweitiger Zufälle anzuführen, welche zuweilen den Heilungsverlauf stören, jedoch den Knochenbrüchen als solchen nicht eigenthümlich sind, sondern vielmehr zu Verletzungen aller Art hinzutreten können. Da diese Complikationen in anderen Theilen des Werkes ihre ausführliche Besprechung finden, genügt es, dieselben hier blos kurz anzuführen und ihre Beziehungen zu den Fracturen zu erörtern.

Wir rechnen hierher:
1) Das traumatische Emphysem.
2) Die progrediente septische Phegmone und Septicämie.
3) Die Pyämie.
4) Das Delirium tremens.
5) Den Tetanus.

1) Traumatisches Emphysem.

Das hie und da im Gefolge von Knochenbrüchen auftretende Zellgewebs-Emphysem entsteht auf verschiedenartigem Wege und ist dementsprechend auch von sehr verschiedener Bedeutung.

§. 332. Die erste Form des Emphysems entsteht bei Fracturen mit gleichzeitiger Eröffnung benachbarter lufthaltiger Organe. Die in den letzteren enthaltene Luft wird durch den Exspirationsdruck in das die Bruchstelle umgebende lockere Zellgewebe hineingepresst und breitet sich von hier aus in den Maschen desselben mehr oder weniger weit aus. Am häufigsten ereignet sich dieses Emphysem bei Rippenbrüchen, wenn die Bruchenden die Pleura und Lungen verletzt haben. Ferner bei Fracturen des Kehlkopfes und der Luftröhre, sowie bei Brüchen der Gesichtsknochen mit Eröffnung der Mund-, Nasen-, Kiefer- und Stirnhöhle.

Die Bedeutung des in Rede stehenden Emphysems hängt wesentlich davon ab, ob es sich nur im subcutanen oder auch tiefen Zellgewebe ausbreitet. Das gewöhnliche subcutane Emphysem ist stets von geringer Bedeutung, selbst wenn es sich über einen grösseren Theil der Körperoberfläche verbreitet. Dagegen kommt es in einzelnen Fällen bei Rippenbrüchen mit Lungenverletzung sowie bei den Brüchen des Kehlkopfes und der Luftröhre vor, dass sich das Emphysem mit rapider Schnelligkeit nicht nur in dem subcutanen und intermuskulären Bindegewebe ausdehnt, sondern auch in dem subserösen Bindegewebe der Pleura, in dem interlobulären Bindegewebe der Lungen sowie in dem des Mediastinum und Herzbeutels verbreitet, so dass es durch Compression der Lungen, des Herzens und der grossen Gefässstämme Asphyxie herbeiführen kann.

§. 333. Die zweite Form des Emphysems entsteht bei offenen Fracturen durch Aspiration der äusseren Luft durch die Wunde. Für diese Art der Entstehung, die übrigens keineswegs an die gleichzeitige Gegenwart einer Fractur gebunden ist, ist es Voraussetzung, dass die Wunde zunächst hinreichend klafft, um Luft eintreten zu lassen, dann aber in irgend einer Weise abgesperrt wird, so dass die Luft nicht frei entweichen kann. Diess geschieht theils durch die Bewegungen der Bruchenden, theils durch die abwechselnden Contraktionen und Erschlaffungen der Muskeln, welche den Wundcanal erweitern und verengern und die Luft in das subcutane und intermuskuläre Bindegewebe pressen.

Dieses Emphysem ist stets auf die Umgebung der Wunde beschränkt und jedenfalls in so fern von entschiedener Bedeutung, als es eben beweist, dass Luft von aussen in die Wunde eingedrungen ist. Denn

mit der Luft können auch Sepsisträger eingedrungen sein, und desshalb muss eine solche offene Fractur, auch wenn sie noch ganz frisch ist, einer gründlichen Desinfektion unterworfen werden.

Unter 73 Beobachtungen von offenen Fracturen, welche von Volkmann[1]) einzeln mitgetheilt sind, findet sich in 6 Fällen Wund-Emphysem notirt, in denen meistentheils ausgedehnte Weichtheilverletzungen vorlagen. Stets wurde ausgiebiges Debridement und gründliche Desinfektion geübt: in 3 Fällen folgte reaktionslose Heilung, in 2 Fällen kam es zu Gangrän der Wundränder der Haut, in einem Falle zu Gangrän des ganzen Fusses.

§. 334. Die dritte Form des Emphysems entsteht durch Gasentwicklung in den Geweben.

Die grosse Mehrzahl der hieher gehörigen Fälle, in denen die Luft weder von aussen noch von einem benachbarten Hohlraume aus eindringt, gehören unstreitig zu den Brand-Emphysemen. Die Gase, welche sich in der Umgebung der offenen Bruchstelle verbreiten, sind das Resultat der brandig-jauchigen Zersetzung der Gewebe und Gewebsflüssigkeiten, welche zuweilen mit rapider Schnelligkeit unter dem Bilde der foudroyanten Gangrän sich entwickelt und fortschreitet. Die Diagnose dieser brandigen Emphyseme ist in Anbetracht der stets vorhandenen lokalen und allgemeinen Erscheinungen einer schweren septischen Wundinfection in der Regel nicht zweifelhaft, selbst wenn bei ihrer Entstehung noch keine ausgesprochenen Erscheinungen von Gangrän vorhanden sind.

Ausserdem kommt aber noch in seltenen Fällen eine autochthone Luftgeschwulst an der Bruchstelle vor, welche als spontanes oder primitives Emphysem bezeichnet worden, aber in ihrem Wesen noch heute unbekannt ist.

Dieses Emphysem, auf welches zuerst Velpeau die Aufmerksamkeit gelenkt hat, tritt im Gefolge von Fracturen an den Extremitäten — hie und da auch nach Quetschungen und Quetschwunden ohne Knochenbruch — sofort oder in den ersten Stunden nach der Verletzung auf und hat seinen Sitz in dem subcutanen oder intermuskulären Zellgewebe. Während jedoch Velpeau als Bedingung für das Zustandekommen desselben die Complikation der Fractur mit einer Hautwunde angenommen hatte, ist zuerst von Nélaton festgestellt worden, dass das spontane Emphysem auch ohne jede Trennung der Haut vorkommt. Diese letzteren Fälle von subcutanen Verletzungen sind natürlich allein beweisend. Denn die als spontane Emphyseme beschriebenen Fälle bei offenen Fracturen sind mit weit grösserer Wahrscheinlichkeit als Aspirations- und Brandemphyseme zu erklären, zumal fast in allen Fällen rapid fortschreitende Gangrän oder septische Phlegmone mit raschem tödtlichem Ausgange gefolgt ist. So hat Gurlt 16 Beobachtungen der Art zusammengestellt mit 10 Todesfällen, 2 Fällen von Amputation mit Lebensrettung und nur 4 Heilungen ohne Amputation.

Die Beobachtungen von primitivem Emphysem bei subscutanen Fracturen sind in der Literatur nur sehr spärlich verzeichnet. Ausser einigen älteren Fällen von Demarquay und Morell-Lavallée

[1]) Die Behandlung der complicirten Fracturen. Sammlung klin. Vorträge. Nr. 117—118. Leipzig 1877.

sind neuerdings nur 3 Beobachtungen von H. Fischer[1]) mitgetheilt worden.

Der erste Fall betrifft einen Mann, der durch Verschüttung bei einem Hausbaue eine Fractur in der Mitte der beiden Unterschenkelknochen erlitten hatte. Es bestand eine starke Quetschung, aber keine Wunde der Haut. Gerade über der Bruchstelle der Tibia fand sich eine knisternde Luftgeschwulst, welche sich in der Länge 4, in der Breite 3 Zoll weit erstreckte und in der Mitte am höchsten war, um nach der Peripherie allmälig zu verstreichen. Durch starken Druck konnte dieselbe ganz und auf längere Zeit zum Verschwinden gebracht werden.

Der zweite Fall betraf einen Patienten, welcher eine Unterschenkelfractur durch eine schwere quetschende Gewalt erlitten hatte. Die Haut war nur an einigen Stellen leicht exkoriirt, es fand sich aber ein grosses Blutextravasat in und unter derselben. Zwei Stunden nach der Verletzung fand sich Emphysemknistern an der ganzen vorderen Fläche des verletzten Unterschenkels, welches in den ersten Stunden stationär wurde und vom 2. Tage ab allmälig verschwand. Der Patient wurde geheilt.

Das dritte Mal beobachtete Fischer das spontane Emphysem bei einem Soldaten, welcher mit einer Granate gespielt und durch Explosion derselben eine Contusion des rechten Oberschenkels erlitten hatte. Der Knochen war zerbrochen ohne äussere Wunde, auch bestand ein bedeutendes Blutextravasat. Das Emphysem wurde 7 Stunden nach der Verletzung constatirt. Dasselbe nahm die vordere und Seitenfläche des Oberschenkels ein. 5 Tage nach der Verletzung war das Emphysem ganz verschwunden, der Verletzte wurde in einem Gypsverband entlassen.

Ueber die Entstehung und das Wesen des spontanen Emphysems sind zahlreiche aber wenig begründete Hypothesen aufgestellt worden. Da es zu weit führen würde, dieselben hier zn erörtern, mag nur die von H. Fischer aufgestellte Erklärung angeführt werden. Im Einklange mit der Thatsache, dass in den Fällen von reinem, spontanem Emphysem stets ein beträchtliches Blutextravasat in stark gequetschten und zerrissenen Geweben besteht, nimmt Fischer an, dass die in dem ausgetretenen Blute locker gebundenen Blutgase entweichen, beziehungsweise durch die in den zerquetschten und zerrissenen Muskeln enthaltene Milchsäure ausgetrieben werden. Zum Beweise für diese Annahme werden Experimente angeführt, in denen zunächst eine beträchtliche subcutane Blutung erzeugt und hierauf Milchsäure in das Extravasat eingespritzt wurde, worauf sofort ein deutliches lokales Emphysem entstand. In einem von Fischer nntersuchten Falle bestand die Luft fast rein aus Kohlensäure.

Im Gegensatz zu der höchst ungünstigen Bedeutung desjenigen Emphysems, welches im Gefolge lokaler Zersetzungsprocesse auftritt, hat die zuletzt besprochene Form desselben keinen Einfluss auf den Verlauf der Verletzung, und man hat sich daher vor einer Eröffnung der Luftgeschwulst zu hüten, so dringend wie rechtzeitige Eingriffe bei dem Brandemphysem indicirt sind.

2) Progrediente septische Phlegmone und Septicämie.

§. 335. Eine der schwersten Complikationen der offenen Knochenbrüche ist die Zellgewebsverjauchung, die akute septische Phlegmone. Wir haben früher bei der Schilderung des Verlaufes der offenen Knochenbrüche ohne antiseptische Behandlung gesehen, dass es in den schwereren Fällen gewöhnlich zu einer mehr oder weniger

[1]) Ueber das traumatische Emphysem. Sammlung klin. Vorträge. Nr. 65. Leipzig 1874.

heftigen Jauchung kommt, welche mit einem Zerfall des Blutextravasates und des blutig infiltrirten Zellgewebes in der Umgebung der Bruchstelle einhergeht. Sehen wir nun hier von den gewöhnlichen Formen der jauchigen Phlegmone ganz ab, bei denen sich der Process auf eine kürzere Strecke begränzt und den Ausgang in Eiterung und Granulationsbildung nimmt, so haben wir nur die diffusen progredienten Phlegmonen zu erwähnen, welche Glied und Leben auf's Höchste bedrohen.

Dieselben haben ihren Sitz nicht blos in dem subcutanen, sondern auch in dem tiefen subfascialen, intermuskulären und parostalen Zellgewebe und gestalten sich um so schlimmer, in je tieferen Lagen und in je zahlreicheren Schichten des Bindegewebes sie sich verbreiten. Denn offenbar wird ihre grosse Tendenz zu diffuser Verbreitung durch ihren Sitz unter derben tiefliegenden Fascien begünstigt, insbesondere aber durch den Zerfall der über grosse Strecken ausgedehnten Blutergüsse, welche sammt den zerrissenen und zertrümmerten Geweben einen eminent günstigen Boden für die rasche Entwicklung und Propagation der Fäulnissorganismen darbieten. Zugleich sind aber auch die Bedingungen für die Resorption der Fäulnissprodukte um so günstiger, je rascher die Zersetzung fortschreitet, da die Gewebsinterstitien, Saftlücken, Blut- und Lymphgefässe noch nicht durch zellige Infiltration oder Granulationsbildung zum Abschluss gekommen sind: der tödtliche Ausgang dieser septischen Phlegmone durch Septicämie ist desshalb die Regel.

Sollen wir mit einigen Strichen das klinische Bild dieser Complikation zeichnen, so nehmen wir als Beispiel eine offene Fractur des Unterschenkels durch Ueberfahrung, welche etwa 24 Stunden nach der Verletzung in unsere Behandlung kommt. Der Verletzte fiebert bereits, der Unterschenkel ist geschwellt durch harte ödematöse Infiltration, die Haut geröthet, das in die Wunde ergossene Blut verbreitet einen fauligen Gestank. Die Schwellung nimmt rasch zu, die Wunde zeigt einen schmutzigen Belag und secernirt eine übelriechende jauchige Flüssigkeit. Bei der Incision findet sich das Bindegewebe überall mit trüber Flüssigkeit infiltrirt und stellenweise Hohlräume, aus denen dünne Jauche mit abgestossenen Gewebsfetzen und zuweilen auch stinkendes Gas hervorquillt. Dabei besteht ein schweres typhusartiges Fieber und bei unaufhaltsam fortschreitender Schwellung erfolgt der Tod unter dem Bilde des Lungenödems oder der Herzschwäche.

§. 336. Die perniciösesten Formen der septischen Phlegmone zeichnen sich durch äusserst akuten Verlauf, rapides Fortschreiten und raschen Uebergang in Gangrän aus. Mit Rücksicht auf die verschiedenen hervorstechenden Erscheinungen, von denen bald die eine, bald die andere in den Vordergrund tritt, hat man diesen schwersten Formen der Wundinfektion verschiedene Namen beigelegt, wie namentlich akut-purulentes Oedem oder akut-brandiges Oedem (Pirogoff), diphtheritische Phlegmone (Billroth), Panphlegmone gangraenosa (Fischer), Erysipèle bronzé (Velpeau), Gangrène foudroyante (Maisonneuve), Gangrène gazeuse (Mollière), Emphysème gangréneux (Chassaignac), Septicémie gangréneuse aigue, Septicémie gazeuse foudroyante etc.

Diese akuteste Sepsis, welche bekanntlich auch nach Weichtheilverletzungen und namentlich nach Schussverletzungen im Kriege beobachtet wird, gesellt sich besonders zu schweren, mit Zermalmung der Weichtheile complicirten Fracturen, hie und da aber auch zu anscheinend leichteren Fällen hinzu. Sie beginnt schon fast unmittelbar nach der Verletzung sich zu entwickeln und innerhalb weniger Stunden stellt sich eine rapide Zersetzung der Blutextravasate und der zerquetschten Weichtheile mit reichlicher Entwicklung von Fäulnissgasen ein. Unaufhaltsam schreitet die Zersetzung von dem Verletzungsherde aus in den Geweben fort und schon innerhalb 12—24 Stunden kann sich dieselbe über eine ganze Extremität erstrecken. Man erkennt eine diffuse harte Anschwellung des ganzen Gliedes, welche oft nur durch ödematöse Infiltration, meist aber auch durch Fäulnissgase einen ziemlich hohen Grad erreicht. Die Haut hat eine eigenthümliche, glänzende, braunrothe Färbung (Erysipèle bronzé, Velpeau) angenommen, ist von zahlreichen, missfarbig durchschimmernden Venen und Lymphgefässen durchzogen und fühlt sich feucht und kühl an. Schnell treten emphysematöses Knistern, Phlyktänen und rasch sich vergrössernde blaue und schwarze Flecken in der Haut auf. Ehe jedoch die Gangrän der Haut, Fascien, Muskeln und Sehnen sich weiter ausgedehnt hat, sind die Verletzten fast immer unter dem Bilde der tiefsten Ichorhämie der Krankheit erlegen, welche sie schon innerhalb der ersten 24—48—72 Stunden dahinrafft.

§. 337. Die Bedeutung der septischen Phlegmonen für das Schicksal der offenen Knochenbrüche ist eine eminent schwere. Wie sie nach dem Urtheile von Fischer fast die alleinige Todesursache bei den Schussfracturen der langen Röhrenknochen bilden, so suchen sie auch unter den durch die Gewalten des civilen Lebens erzeugten offenen Knochenbrüchen ihre zahlreichsten Opfer. In welch' verheerender Weise sie unter diesen in der vorantiseptischen Zeit zu hausen pflegten, und wie ihre Entstehung durch Unsauberkeit und schlechte hygieinische Verhältnisse begünstigt wird, das beweisen manche Hospitalberichte aus jener Zeit in schlagender Weise. Als Beispiel mögen die Berichte aus dem Obuchow-Spital in St. Petersburg über die in den Jahren 1852—1872 behandelten offenen Fracturen dienen; unter insgesammt 264 Fällen sind 62, also 23,4 Procent der Septicämie im Gefolge jauchiger und brandiger Phlegmone erlegen.

Allein es sind nicht ausschliesslich die offenen Fracturen, welche dieser Gefahr unterliegen, sondern es ist auch in seltenen Ausnahmsfällen Septicämie durch Verjauchung subcutaner Fracturen beobachtet worden. Auf welchem Wege hier die Infectionsstoffe zur Bruchstelle gelangen, lässt sich in den einzelnen Fällen nicht immer feststellen. Sind gleichzeitig Wunden an anderen Körperstellen vorhanden, so liegt es gewiss am nächsten, diese als die Eingangspforten der Sepsisträger zu betrachten. Allein in einem derartigen Falle, der im Nachstehenden mitgetheilt werden soll, konnte ich auf das Bestimmteste constatiren, dass die offene Verletzung bei energischer antiseptischer Behandlung absolut aseptisch blieb, während die an der anderen Extremität befindliche subcutane Fractur zu diffuser progredienter septischer Phlegmone und Tod durch Septicämie führte. Man

müsste also annehmen, dass die durch die Wunde eingedrungenen Sepsisträger, selbst wenn ihre Ansiedelung und deletäre Wirkung auf die Wunde selbst durch die antiseptischen Maassnahmen verhindert worden ist, zu einem entfernt gelegenen Verletzungsherde gelangen und denselben inficiren können. Diese Erklärung erscheint jedoch aus dem Grunde keine für alle Fälle zwingende, als hie und da auch bei subcutanen Fracturen ohne alle Complikation mit Wunden Verjauchung und Septicämie beobachtet worden ist. Es gilt dies besonders für diejenigen Fracturen, welche mit ausgedehnter Verletzung des Knochenmarkes einhergehen, also namentlich für die Spiralfracturen, welche die Markhöhle zuweilen in der Hälfte oder fast der ganzen Länge der Diaphyse eröffnen. Ich habe kürzlich 4 derartige Fälle von subcutanen Torsionsbrüchen mitgetheilt[1]), von denen 3 durch Septicämie tödtlich endigten, während in dem 4. Falle wegen Gangrän die Amputation mit Erfolg vorgenommen wurde. Offenbar können also Infektionsträger auch ohne äussere Wunde in die Blutbahn gelangen und von hier aus in dem zertrümmerten Knochenmark Zersetzungsprocesse anregen, deren Produkte in Folge der weiten Eröffnung der Markhöhle die günstigsten Bedingungen einer raschen Resorption finden.

Die oben angeführte Beobachtung betraf einen ausnehmend kräftigen Mann, der 40 Fuss herabgestürzt war. Am rechten Oberschenkel fand sich eine subcutane Fractur an der unteren Grenze des mittleren Drittels mit sehr starker Bruchgeschwulst, ausgiebiger abnormer Beweglichkeit, Verkürzung und starkem Erguss ins Kniegelenk. Am linken Unterschenkel ein mit Hautwunde complicirter Schrägbruch des oberen Endes der Tibia mit Längsspalte zwischen den Condylen; Kniegelenk mit Luft und Blut prall gefüllt. Die Behandlung der rechtsseitigen Oberschenkelfractur bestand zunächst in Gewichtsextension mit vorderer Gyps-Hanfschiene und Suspension. Die complicirte Fractur des linken Unterschenkels wurde in typischer Weise mit Debridement und gründlicher Sublimat-Desinfection besorgt, auch das Kniegelenk incidirt, ausgespült und drainirt. Sublimat-Holzwolleverband. Während nun an der Seite der offenen Tibiafractur die Wunden vollkommen reaktionslos verheilten, nahm dagegen die Anschwellung des rechten Oberschenkels beständig zu und dehnte sich bald bis auf die Bauchhaut und Lendengegend aus; die Infiltration war gleichmässig derb, die Haut geröthet, ödematös und mit einem Netz starker, missfarbig durchscheinender Venen durchzogen. Dabei continuirliche hohe Temperaturen, Delirien, rascher Verfall des Aussehens. Trotzdem durch weitgreifende Incisionen bis auf die Bruchstelle etwa ½ Liter trüber, braunrother, geruchloser, reichlich Fett, Detritus, Eiterkörperchen und zahllose Kokken enthaltender Flüssigkeit entleert wurden, trat am 11. Tage der Tod ein. Bei der Sektion zeigten sich an der primär antiseptisch behandelten Bruchstelle weder Schwellung noch Sekret, auch enthielt das drainirte Kniegelenk nur einige Tropfen serösen Ergusses; die Incisionswunden waren hier verheilt. Der rechte Oberschenkel zeigte eine diffuse Infiltration sämmtlicher Weichtheile mit blutig-fettig-eitriger Flüssigkeit. Der Bruch selbst erwies sich als ein ausgesprochener Spiralbruch mit Aussprengung eines grossen, 25 cm langen rautenförmigen Splitters; von dem einspringenden Winkel am unteren Fragment ging noch eine Spiralfissur von 20 cm Länge aus, die den äusseren Condyl durchsetzte und vorne in der Gelenkfläche endigte, so dass sich die Knochentrennung über ¾ der ganzen Länge des Femur erstreckte.

§. 338. Angesichts der eminenten Lebensgefahr, welche die septischen Phlegmonen bedingen, ist die prophylaktische Behandlung von der allergrössten Bedeutung. Glücklicher Weise besitzen wir in

[1]) Die Torsions- oder Spiralbrüche der Röhrenknochen und ihre prognostische Bedeutung. Beiträge zur klin. Chirurgie. Herausgeg. von P. Bruns. Bd. I. S. 229.

der frühzeitig eingeleiteten antiseptischen Behandlung ein sicheres Mittel, um der Entwicklung jener Processe vorzubeugen. Nur muss die antiseptische Besorgung der Wunde schon unmittelbar nach der Verletzung stattfinden, wenn sie auch gegen die acute Sepsis, die in den ersten Stunden nach der Fractur zur Entwicklung kommt, schützen soll. Wir haben bereits früher (§. 265) bei der Schilderung der Resultate der Antiseptik den schlagenden Beweis dafür erbracht, wie viel sicherer der Erfolg bei den primär antiseptisch behandelten Fällen ist.

Ist eine diffuse Phlegmone bereits eingetreten, so kann in den leichteren Fällen zunächst der Versuch mit multiplen Incisionen gemacht werden, indem man alle Bindegewebsschichten, in welche sich die jauchige Infiltration erstreckt, ausgiebig spaltet, das infiltrirte Bindegewebe ausräumt und die Incisionswunden mit Sublimat-, Carbolsäure- oder Chlorzinklösungen gründlich desinficirt. Für die weitere Behandlung ist der gewöhnliche trockene Occlusivverband durchaus ungeeignet, vielmehr die permanente antiseptische Irrigation das weitaus wirksamste Mittel des antiseptischen Apparates. Die geeignetste Irrigationsflüssigkeit ist die Lösung essigsaurer Thonerde; womöglich sollen von den Incisionsöffnungen aus durch alle eröffneten Interstitien starke Drainröhren hindurchgeführt und mit den Zuleitungsröhren verbunden werden, um eine continuirliche Durchrieselung herzustellen.

In den Fällen schwerer acut-brandiger Phlegmonen bleibt dagegen jeder Versuch einer conservativen Behandlung ausgeschlossen und ist nur von einer Amputation oder Exartikulation Rettung zu hoffen, falls sie möglichst frühzeitig und in möglichster Entfernung von der Wunde ausgeführt wird. Auch in diesen früher fast ganz hoffnungslosen Fällen kann durch die Anwendung der äussersten antiseptischen Cautelen bei der Operation und Nachbehandlung das auf's Aeusserste bedrohte Leben noch recht oft gerettet werden und zwar nach den Erfahrungen Volkmann's noch etwa in der Hälfte der Fälle. Charakteristisch aber ist es, dass die Wunden solcher Amputirten nicht wie gewöhnlich prima intentione heilen, da offenbar eine gewisse Quantität Zersetzungserreger auch schon in die entfernten Gewebe diffundirt und innerhalb der Lymphgefässe und im Blute der Kranken vorhanden sind.

3) Pyämie.

§. 339. Nächst der Septicämie ist die Pyämie der gefährlichste Feind der offenen Knochenbrüche. Während jene sich an die ersten Zersetzungsprocesse in der Wunde anschliesst, tritt die letztere erst später während des Stadiums der Wundeiterung auf. Demgemäss fällt der Eintritt der Septicämie gewöhnlich in die erste Woche nach der Verletzung, der der Pyämie meist in die zweite bis vierte Woche. Ist die Frequenz der metastasirenden Pyämie bei den offenen Fracturen überhaupt eine geringere, so ist dieselbe auch noch in höherem Maasse von den äusseren Hospitalverhältnissen und der Wundbehandlung beeinflusst. Während nämlich früher die Mortalität der offenen Fracturen an Pyämie in manchen Hospitälern bis zu 20 Procent betrug, ist dieselbe seit der Einführung der antiseptischen Behandlung auch aus solchen Anstalten verschwunden, in denen sie vorher fortdauernd endemisch gehaust hatte. Denn es

ist jetzt eine feststehende Thatsache, dass die Antiseptik einen absoluten Schutz gegen die Pyämie gewährt. Wir haben diesen Nachweis für die offenen Fracturen bei der Besprechung ihrer Behandlung ausführlich erbracht, so dass wir bezüglich aller weiteren Einzelheiten auf jenes Capitel verweisen können.

§. 340. Nur ein Punkt verdient noch Erwähnung, nämlich das Auftreten der Pyämie im Gefolge subcutaner Fracturen.

Es wurde bereits früher erwähnt, dass subcutane Fracturen nur in seltenen Ausnahmsfällen vereitern, selbst wenn an der Bruchstelle zahlreiche, aus allem Zusammenhange gelöste Knochensplitter vorhanden und reichliche Gewebstheile zertrümmert und der Nekrose anheimgefallen sind. Denn es kann ja überhaupt als feststehend gelten, dass Verletzungsherde, welche durch Intaktsein der Decken dem Eindringen von Spaltpilzen entzogen sind, nicht zur Vereiterung gelangen. Es müssen desshalb, wenn wir hier nur die streng subcutanen Fracturen gelten lassen, alle die Fälle ausgeschlossen werden, in denen die Haut über der Bruchstelle eine noch so geringe Contusionsverletzung aufweist, sei es nur einen subepidermoidalen Bluterguss oder eine Exkoriation oder Blasenbildung geringen Grades. Kommt es nun aber zur Vereiterung einer rein subcutanen Fractur, so ist dieselbe doch in der Regel mit einer offenen Wunde an einer mehr oder weniger entfernten Körperstelle complicirt. Letztere führt zu Eiterung und Eiterungsfieber und die aus der eiternden Wunde in die Blutbahn aufgenommenen Infektionsträger sind im Stande, Vereiterung der subcutanen Bruchstelle zu bewirken. Die gleiche Folge kann natürlich auch ein vorhandenes Dekubitus-Geschwür u. dergl. haben. Auf diese Weise lässt sich die grosse Mehrzahl der Fälle, wie sie früher jeder beschäftigte Chirurg gelegentlich beobachten konnte, zwanglos erklären.

Allein es kommt ausserdem ganz ausnahmsweise vor, dass eine subcutane Fractur auch ohne alle Complikation mit Hautwunden vereitert und zu Pyämie führt. Beispielsweise lässt sich aus dem Gesammtbericht von Billroth über seine klinische Thätigkeit von 1860 bis 1876 entnehmen, dass unter einer Gesammtzahl von 745 subcutanen Fracturen 2 Fälle ohne alle Wunden der Pyämie erlegen sind. Der eine Fall betraf einen Unterschenkelbruch, der am 15. Tage tödtlich endigte, der andere einen Schenkelhalsbruch, der am 43. Tage durch Pyämie zum Tode führte.

Die Erklärung bezüglich der Quelle und Art der Infektion lässt sich hier in den einzelnen Fällen nicht immer geben. Es ist möglich, dass der Verletzte gleichzeitig an einem Eiterherd leidet, der entweder übersehen oder gar nicht nachweisbar ist. Es ist aber auch wohl denkbar, dass es sich um eine durch das Blut vermittelte Infektion handelt, etwa wie bei der akuten infektiösen Osteomyelitis, nachdem das septische Ferment vielleicht durch die Respirations- oder Verdauungswege in die Blutbahn eingedrungen ist.

Rosenbach[1]) sah bei einem Kaninchen eine subcutane Fractur der Tibia vereitern, welche gemacht worden war, nachdem unmittelbar vorher 8 ccm einer in milchsaurer Gährung sich befindenden Flüssigkeit in eine Ohrvene injicirt worden waren.

[1]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. X. S. 369.

Krause[1]) konnte bei Kaninchen eine Vereiterung von subcutanen Fracturen dadurch herbeiführen, dass einige Tage nach der Fractur Reinkulturen von pyogenen Mikrokokken ins Blut injicirt wurden.

4) Delirium tremens.

§. 341. Im Gefolge von Fracturen kommt nicht selten bei Gewohnheitstrinkern das Delirium tremens zum Ausbruch. Die Frequenz desselben ist natürlich in den einzelnen Ländern und Gegenden, je nach der Verbreitung des Schnapsgenusses, ausserordentlich verschieden. Beispielsweise kommt in der Tübinger Klinik, die von Kranken aus allen Theilen Württembergs aufgesucht wird, nur etwa alle 1—2 Jahre ein Fall zur Beobachtung und selten in schwerer Form.

Da die Krankheit als Complikation aller möglichen Verletzungen und fieberhaften Krankheiten auftritt, brauchen wir auf dieselbe hier nicht näher einzugehen. Nur daran muss erinnert werden, dass die Ausbrüche des Delirium tremens nicht blos einen raschen tödtlichen Ausgang herbeizuführen, sondern auch auf den Verlauf der Fractur einen äusserst ungünstigen Einfluss auszuüben vermögen. Denn bekanntlich werden die Deliranten durch die sie beherrschenden Sinnestäuschungen und Wahnvorstellungen urplötzlich zu gewaltthätigen Handlungen gegen sich und Andere veranlasst: sie springen aus dem Bett oder Fenster, greifen die Wärter an, reissen sich die Verbände ab u. s. f. Ueberdies sind auch bei freiem Bewusstsein oft anästhetische Zustände vorhanden, so dass die Kranken ihren zerbrochenen Arm benützen, um sich darauf zu stützen und mit ihrem gebrochenen Beine umherlaufen. Und allein schon die beständige Unruhe stört die Immobilisirung der Fractur, begünstigt Blutung und Gangrän des Gliedes sowie die Umwandlung einer einfachen in eine offene Fractur, indem die gewaltsam bewegten Bruchenden von innen heraus die Haut durchstossen.

Aufgabe der Behandlung ist es, bei Potatoren, welche eine Fractur erlitten haben, dem Ausbruch des Delirium dadurch vorzubeugen, dass denselben regelmässige Gaben der gewohnten alkoholischen Getränke und kräftige Nahrung verabreicht und die Schlaflosigkeit in der Nacht, welche oft als Vorbote der Ausbrüche des Anfalles gelten kann, durch Chloral, Morphium und Opium bekämpft wird. Nach dem Ausbruch der Krankheit muss eine beständige und strenge Ueberwachung stattfinden und die gebrochene Extremität in starke und weitreichende Gypsverbände, die nöthigenfalls durch eingelegte Eisenblechschienen verstärkt sind, eingeschlossen werden.

5) Tetanus.

§. 342. Endlich ist noch der Tetanus als Complikation der Fracturen zu erwähnen. Ohne im Uebrigen auf diese Wundkrankheit näher einzugehen, mögen nur einige Bemerkungen über die Beziehungen des Tetanus zu den Knochenbrüchen folgen.

Es ist bekannt, dass der Tetanus nur äusserst selten zu Knochenbrüchen, insbesondere zu den subcutanen sich hinzugesellt. Um ge-

[1]) Fortschritte der Medicin. 1884. Nr. 9.

naueren Aufschluss über das Frequenzverhältniss zu erhalten, dienen folgende Angaben:

Nach einer älteren Statistik von Poland[1]) wurden in Guy's Hospital zu London von 1825—57 insgesammt 72 Fälle von Tetanus beobachtet, darunter 1 bei einer subcutanen und 16 bei offenen Fracturen; von denselben hatten 9 ihren Sitz an Hand und Fuss, 4 am Unterschenkel, 2 am Oberarm, je 1 am Vorderarm und Jochbein. Nach einer anderen Zusammenstellung Poland's wurden in demselben Hospital innerhalb 8 Jahren unter 403 offenen Fracturen 9 Fälle von Tetanus beobachtet, und zwar 6 bei offenen Fracturen an Hand und Fuss, 2 bei solchen des Unterschenkels und 1 bei offener Fractur des Humerus. Ausserdem sind von Poland 171 Fälle von Tetanus aus der Literatur gesammelt worden, unter denen sich 1 subcutaner und 19 offene Knochenbrüche befanden.

Nach der von Moritz[2]) gelieferten Fracturenstatistik aus dem Obuchow-Spital in St. Petersburg sind von 1852—72 insgesammt 2090 Fracturen, darunter 382 offene behandelt worden. Unter denselben ist nur ein einziger Todesfall an Tetanus nach offener Fractur des Oberschenkels notirt.

Aus dem Gesammtbericht Billroth's über seine klinische Thätigkeit von 1860—76 lässt sich entnehmen, dass bei einer Gesammtzahl von 745 subcutanen Fracturen kein einziger, bei 266 offenen Brüchen 2 tödtliche Fälle von Tetanus vorgekommen sind, und zwar bei je einer complicirten Fractur des Ober- und Unterschenkels. Während desselben Zeitraumes kamen insgesammt 19 Fälle von Tetanus, darunter 15 tödtliche zur Beobachtung.

Drecker[3]) berichtet über 2021 Knochenbrüche mit 2 Fällen von Tetanus, welche sich im Gebiete des märkischen Knappschaftsvereins von 1876—81 ereignet haben.

Agnew[4]) gibt aus dem Pennsylvania Hospital in Philadelphia von 1850—74 eine Zusammenstellung von 6485 Fracturen, von denen 5145 subcutane und 1340 offene waren. Unter diesen sind 12 Todesfälle an Tetanus beobachtet worden, und zwar 9 nach offenen Fracturen des Vorderarmes, des Unterschenkels, der Hand und des Fusses und 3 nach subcutanen Fracturen des Femur und der Fibula.

Aus den Jahresberichten der chirurgischen Klinik von Socin in Basel von 1870—83 lässt sich berechnen, dass unter 670 subcutanen Fracturen kein Fall von Tetanus vorkam, unter 300 offenen Brüchen dagegen 11 Fälle, von denen 3 geheilt und 8 gestorben sind. Dieselben hatten ihren Sitz 4mal an Hand und Fuss, 4mal am Unterschenkel, 2mal am Oberschenkel und 1mal am Vorderarm.

Aus den vorstehenden Angaben geht hervor, dass unter 12,577 Knochenbrüchen 25 Todesfälle an Tetanus sich ereignet haben, was einem Verhältniss von 1 : 500 entspricht. Unter jenen 25 Fällen finden sich nur 3 nach subcutanen Fracturen, so dass also letztere nur in extrem seltenen Ausnahmefällen von Tetanus befallen werden.

Ausser den genannten sind noch folgende sicher constatirte Beobachtungen von Tetanus nach subcutanen Fracturen bekannt.

Wilms[5]) beobachtete nach einer subcutanen Fractur der Ulna, die anfangs einen ganz einfachen Verlauf genommen hatte, tödtlichen Tetanus.

Gensoul[6]) beobachtete bei einem jungen Mädchen eine subcutane Fractur beider Vorderarmknochen, die nach wiederholten gewaltsamen Repositionsversuchen von Tetanus mit tödtlichem Ausgange gefolgt war. Bei der Obduktion fand sich der N. medianus zwischen die Bruchenden des Radius eingeklemmt.

Hammik[7]) sah tödtlichen Tetanus nach einem subcutanen Oberschenkelbruch. Es fand sich ein Ast des N. cruralis in eine Fissur des Knochens eingeklemmt und so fest wie eine Violinsaite angespannt.

---

[1]) Guy's Hospital Reports. 3. Ser. Vol. III. 1857. p. 1.
[2]) St. Petersburg. med. Zeitschr. Bd. XI. 1866. S. 205. — Ibid. 1875. S. 436.
[3]) Arch. f. klin. Chir. Bd. 27. S. 928.
[4]) Agnew, Surgery. Vol. I. p. 815.
[5]) Rose, Pitha-Billroth's Handb. d. Chirurgie. I. 2. A. S. 24.
[6]) Arch. génér. de méd. II. Sér. T. XI. 1836. p. 198.
[7]) Hammick, On amputat., fract. etc. p. 74.

Auch bei offenen Knochenbrüchen ist die Complication jedenfalls recht selten: nach den obigen grösseren Zahlenreihen beträgt ihre Frequenz gegen 1 Procent. Während jedoch jene Statistiken grösstentheils aus der vorantiseptischen Zeit stammen, scheint durch die Einführung der Antiseptik auch die Zahl der Todesfälle an Tetanus herabgesetzt worden zu sein, da sich bei einer Zusammenstellung von 500 antiseptisch behandelten Fracturen aus der neuesten Zeit nur 0,4 Procent Mortalität an Tetanus ergibt.

Unter den Fracturen der einzelnen Extremitätenabschnitte stellen die an Hand und Fuss das grösste Contingent der Tetanusfälle. Diese Thatsache stimmt damit überein, dass überhaupt die Zahl der Tetanusfälle nach Hand- und Fussverletzungen eine sehr grosse ist; nach der Zusammenstellung von Thamhayn [1]), welche 395 Fälle von Tetanus umfasst, kommen 50 Procent derselben auf Hand- und Fussverletzungen. In zweiter Reihe sind die Fracturen des Unterschenkels bevorzugt, die ja überhaupt an den langen Röhrenknochen die grösste Zahl der offenen Brüche stellen.

§. 343. Wie im Allgemeinen das Auftreten von Tetanus durch Nervenverletzungen begünstigt wird, so sind auch bei einer Anzahl Tetanusfälle nach Fracturen bestimmte Nervenverletzungen nachgewiesen worden.

Wir haben früher (Cap. III) gelegentlich eine Reihe solcher Beispiele angeführt. Die Verletzung des Nervenstammes bestand in der Mehrzahl der Fälle in einer vollständigen Zerreissung und Zerquetschung oder partiellen Einreissung desselben; in vereinzelten Fällen war der Nerv in die Bruchspalte oder eine Fissur eingeklemmt oder durch ein dislocirtes Bruchende gedrückt, oder endlich von einem eingedrungenen Bruchsplitter verletzt.

Der Nachweis derartiger Fälle ist für die Behandlung insoferne von Wichtigkeit, als dieselben für einen operativen Eingriff einige Chancen darbieten können. Es erscheint daher geboten, in denjenigen Fällen, in denen Erscheinungen von Reizung eines Nervenstammes an der Bruchstelle wahrzunehmen sind, letztere durch einen Einschnitt oder Erweiterung der vorhandenen Wunde freizulegen, um eventuell den eingeklemmten Nerven zu befreien oder eine scharfe Knochenkante abzutragen oder einen eingedrungenen Bruchsplitter zu entfernen. In den meisten Fällen, namentlich mit acutem Verlaufe, vermag allerdings auch dieser Eingriff ebenso wenig wie die Durchschneidung und Dehnung des lädirten Nerven oder selbst die Amputation des Gliedes den raschen tödtlichen Ausgang zu verhüten. Dagegen scheint ein werthvolles prophylaktisches Mittel, wenn unsere oben angeführten Zahlenreihen schon gross genug sind, in der sorgfältigen antiseptischen Behandlung der offenen Brüche gegeben zu sein.

---

[1]) Schmidt's Jahrb. Bd. 112. 1861. S. 213.

Cap. V.

Fehlerhaftes Verhalten des Callus.

1) Luxurirende Calluswucherung.

(Callus luxurians.)

§. 344. Bei der Schilderung der normalen Fracturheilung haben wir gezeigt, dass die Menge der Callusproduktion im Allgemeinen von der Beschaffenheit der Fractur abhängig ist, und dass insbesondere bei Brüchen mit bedeutender Dislokation der Fragmente sowie bei Splitterbrüchen mit erheblichem Substanzverlust ein sehr voluminöser und oft unregelmässiger und unförmlicher Callus gebildet wird. Unter diesen Umständen ist eben die reichliche Callusmenge zur Wiederherstellung der Continuität des Knochens erforderlich und pflegt im Laufe der Zeit auf das nothwendigste Maass zurückgebildet zu werden.

Ausserdem kommt nun aber hie und da eine excessive Wucherung des Callus vor, welche zu dem Umfang der Bruchstelle und der von Seiten des Bruches erforderten Menge in gar keinem Verhältniss steht. Man pflegt diesen Zustand als Callus luxurians, Hypertrophie oder Exuberanz des Callus zu bezeichnen. Die Callusmassen stellen theils schalige Bildungen dar, theils treten sie in Form unregelmässiger Stalaktiten, Knollen, Zapfen und Stacheln auf, welche sich nicht blos hoch über das Niveau der Bruchenden erheben, sondern auch nach allen Richtungen in weitem Umfange die Bruchstelle überschreiten können.

§. 345. Man beobachtet den luxurirenden Callus am häufigsten nach Brüchen der Gelenkenden der langen Röhrenknochen, und zwar namentlich nach solchen des oberen Endes des Oberschenkels (Fig. 194 und 195), seltener am Schulter- und Ellbogengelenk (Fig. 192 und 193). Die Bedeutung dieser Knochenbildungen in der Nähe der Gelenke liegt darin, dass sie theils durch ihren Umfang, theils durch Verdrängung der Muskeln die Bewegungen der benachbarten Gelenke beeinträchtigen und zuweilen sogar eine vollständige knöcherne Ankylose bewirken, indem sich die Callusmassen in Form von Knochenspangen und Knochenbrücken von einem Gelenkende zum andern hinüberspannen und beide unbeweglich miteinander verbinden, während die Gelenkflächen selbst nicht miteinander verwachsen. Figg. 194 und 195 geben ein derartiges Präparat von extraartikulärer Synostose des Hüftgelenks wieder; der Durchschnitt in Fig. 195 zeigt, dass zwischen Schenkelkopf und Pfanne keine Verwachsung besteht.

Ausserdem kommt der luxurirende Callus zuweilen auch nach Brüchen an den Diaphysen der Röhrenknochen und am seltensten an den platten Knochen, namentlich am Schulterblatt und den Beckenknochen vor. Die übermässige Knochenproduktion setzt natürlich einen gesteigerten Reizzustand der knochenbildenden Gewebe an der Bruchstelle voraus, wie er insbesondere bei offenen Fracturen, welche durch starke und lange Eiterung zur Heilung gelangen, und bei ausgedehnter Splitterung vorhanden ist. Daher sieht man ja am häufigsten bei den

Schussfracturen der Diaphysen, die fast immer mit weitgehender Splitterung und Fissurenbildung einhergehen, die massigste Calluswucherung; denn die nekrotischen Bruchsplitter und etwa von aussen eingedrungenen und steckengebliebenen Fremdkörper bewirken eine anhaltende

Fig. 192.



Fig. 193.



Fractur des unteren Gelenkendes des Humerus, geheilt mit luxurirendem Callus. Ansicht von der vorderen und hinteren Fläche.

und intensive Reizung. Bei den subcutanen Splitterbrüchen dagegen werden die Splitter fast immer in den Callus eingeschlossen und verfallen der Resorption, ohne als Fremdkörper zu wirken. Es ist daher als eine sehr seltene Ausnahme zu betrachten, wenn subcutane Bruch-

splitter nekrotisiren (Broca, Thiersch) und nun als Fremdkörper einen Reizzustand unterhalten, der zu übermässiger Callusbildung führt (vgl. u. §. 354 die Beobachtung von Thiersch).

Fig. 194.



Fig. 195.



Fractur des oberen Endes des Femur, geheilt mit winkliger Uebereinanderschiebung der Fragmente und extra-artikulärer Synostose der Bruchstelle mit dem Becken durch Callus luxur. Zwischen Schenkelkopf und Pfanne besteht keine Verschmelzung.

Wenn auch im Allgemeinen recht selten diese überschüssigen Callusmassen einen nachtheiligen Einfluss auf die umgebenden Weichtheile ausüben, so ist doch wiederholt eine Compression der benachbarten Nervenstämme beobachtet worden. Dieselbe kommt, wie wir früher (§. 321) gesehen haben, am häufigsten am Radialnerv nach Fracturen der Diaphyse des Humerus zur Beobachtung. Ausserdem ereignet es sich nicht selten, dass zwei Parallelknochen durch übermässige Calluswucherung an der Bruchstelle miteinander verschmelzen, wodurch am Vorderarm eine schwere Functionsstörung bedingt wird. Eine solche Verschmelzung setzt in der Regel eine gleichzeitige Fractur beider Knochen in annähernd demselben Niveau voraus, wie es in dem Fig. 196 abgebildeten Präparate von Fractur beider Vorderarmknochen der Fall ist, kann jedoch auch hie und da nach isolirter Fractur eines einzelnen Knochens zu Stande kommen, wie das Fig. 197 abgebildete Präparat von isolirter Fibulafractur beweist.

§. 346. Während gewöhnlich der neugebildete Callus allmälig eine Rückbildung in der Art erleidet, dass der überschüssige Theil desselben der Resorption anheimfällt, kann der eigentliche Callus luxurians von bleibendem Bestande sein. Die Präparate solcher Fälle weisen mit Bestimmtheit darauf hin, dass es sich nicht um einen Callus erster Bildung handelt, da er nicht mehr blos aus einer porösen lockeren Knochensubstanz besteht, sondern an der Oberfläche eine glatte compakte Rinde besitzt und nur im Innern aus spongiöser Substanz besteht. Zum Beweise hiefür diene der Fig. 195 wiedergegebene Durchschnitt des Präparates von knöcherner Ankylose des Hüftgelenkes. Nach der Ansicht von Virchow ist es sogar sehr wahrscheinlich, dass eine solche Callusmasse später selbständig fortzuwachsen vermag. „Namentlich in solchen Fällen, wo der Callus neuen mechanischen Reizungen ausgesetzt wird, scheint aus dem umgebenden periostartigen Bindegewebe in gleicher Weise eine Anbildung neuer Knochenschichten geschehen zu können, wie an einem normalen gereizten Knochen“ [1]). Allein bei einer solchen Tendenz zu fortschreitendem Wachsthum könnte man nur von einem Fractur-Osteom reden, das, wie wir später (§. 350) besprechen werden, in dieser Art noch nicht beobachtet zu sein scheint.

Fig. 196.



Fractur beider Vorderarmknochen, geheilt mit Synostose durch Callus luxur.

Fig. 197.



Fractur der Diaphyse der Fibula, geheilt mit Verwachsung der Bruchstelle mit der Tibia durch eine Callusbrücke.

§. 347. Gegenstand eines therapeutischen Eingriffes wird der Callus luxurians nur dann, wenn er keine spontane Rückbildung eingeht und eine erhebliche Funktionsstörung benachbarter Weichtheile und Gelenke bewirkt. Das einzige Mittel ist die Entfernung der betreffenden Calluspartie durch Resektion, und von den speciellen Ver-

---

1) Virchow, Die krankhaften Geschwülste. Bd. II. S. 74.

hältnissen des Einzelfalles hängt es ab, ob eine solche Operation mit Aussicht auf Erfolg vorgenommen werden kann. Am häufigsten geben wohl hiezu diejenigen Fälle Veranlassung, in denen der Callus eine Reizung oder Compression benachbarter Nervenstämme bewirkt; dass hier die Resektion des Callus einen günstigen Erfolg verspricht, haben wir früher (§. 322) durch eine grössere Anzahl Beobachtungen nachgewiesen.

2) Geschwülste des Callus.

§. 348. Die von dem Callus geheilter Fracturen sich entwickelnden Neoplasmen haben bisher in keiner Fracturenlehre Erwähnung gefunden. Ist die Zahl der vorliegenden Beobachtungen auch eine ausserordentlich kleine, so beanspruchen dieselben doch schon in theoretischer Hinsicht ein allgemeines Interesse, sofern sie für die Entstehung der Geschwülste durch traumatische Irritation geltend gemacht werden können: wie die Weichtheilnarbe kann auch die Knochennarbe zum Ausgangspunkt von Geschwulstbildung werden. Nur muss man allerdings zwischen den eigentlichen Geschwülsten und den in Folge excessiven Wachsthums entstandenen Hypertrophieen unterscheiden. Denn wenn es auch keinem Zweifel unterliegt, dass der Callus eine geschwulstförmige Knochenneubildung zu produciren vermag, so ist doch bisher durch keine einzige sichere Beobachtung erwiesen, dass die durch eine Fractur angeregte regenerative Gewebsbildung derart in atypische Wucherung überzugehen vermag, dass sie unmittelbar zur Entwicklung einer malignen Geschwulst führt.

Es muss nämlich von vornherein die Thatsache hervorgehoben werden, dass in der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle, in denen sich eine Geschwulstbildung, besonders maligner Art, an einer Fracturstelle vorfindet, die Neubildung bereits vor der Entstehung der Fractur bestand und gerade die Veranlassung zu letzterer gegeben hat. Es handelt sich also gewöhnlich um Spontanfracturen im Gefolge primärer oder secundärer Knochentumoren, wie wir sie früher (§§. 36—40) besprochen haben. Diese Fälle lassen sich übrigens von den Callusgeschwülsten in der Regel schon durch die klinische Beobachtung mit Sicherheit unterscheiden. Denn die primären Knochen-Sarcome führen fast immer erst dann zu Spontanfracturen, wenn sie recht voluminös geworden sind; ihre Diagnose kann daher meist schon vor oder wenigstens unmittelbar nach der Fractur gestellt werden. Die secundären oder metastatischen Knochensarcome und Carcinome führen dagegen meist zur Fractur, ehe der Tumor äusserlich nachweisbar ist, da sie sich gewöhnlich vom Markgewebe aus entwickeln und selten zu umfangreichen Tumoren heranwachsen. Allein der Nachweis des primären Carcinoms und Sarcoms in irgend einem Organe, der bei genauerer Beobachtung wohl immer gelingt, erleichtert auch hier die Diagnose. Uebrigens ist noch daran zu erinnern, dass solche Spontanfracturen, trotzdem die Bruchenden von der Geschwulstmasse eingenommen sind, sich doch zuweilen auf einige Zeit consolidiren können.

Was nun die Erfahrungen bezüglich der eigentlichen Callusgeschwülste betrifft, die sich aus dem Callus einer geheilten Fractur entwickeln, so kommen dieselben jedenfalls nur äusserst selten vor.

Eine Sammlung der Casuistik ist bisher nur in einer Arbeit von Tausch [1]) angestellt worden, welche ausser einer Beobachtung aus der Volkmann'schen Klinik 10 Fälle aus der Literatur enthält. Schliessen wir hier zwei sehr unsichere Beobachtungen aus und fügen aus der Literatur 7 weitere Fälle hinzu, so beträgt die Gesammtzahl der bekannten Fälle nicht mehr als 16.

§. 349. Am häufigsten kommen unter diesen Tumoren die Enchondrome vor. Es liegt ja auch von vornherein nahe, den Process der Callusbildung, der mit Neubildung von Knorpelgewebe einhergeht, als Ausgangspunkt einer Knorpelgeschwulst anzunehmen, falls ein Knorpelherd im Callus in schrankenloses Wachsthum geräth und keine Neigung zu regelmässiger Verknöcherung besitzt. Allein in der Mehrzahl der bekannten Fälle, die übrigens meist anatomisch nicht hinreichend genau beschrieben sind, handelte es sich nicht um die reine Form des Enchondroms, und ebensowenig lässt sich in allen Beobachtungen die Möglichkeit ausschliessen, dass der Tumor an der Bruchstelle schon vor der Fractur sich zu entwickeln begonnen hatte.

Von den hieher gehörigen 6 Fällen betreffen 4 den Oberarm, je einer den Oberschenkel und eine Rippe. In allen Fällen entwickelte sich das Enchondrom direkt an der Stelle des Bruches, der $^1/_2$ bis 10 Jahre vor dem äusserlich wahrnehmbaren Beginn der Geschwulstentwicklung vorausgegangen war. Der histologische Charakter der Geschwulst entprach am häufigsten dem eines Osteoid-Chondroms, sowie eines Gallert-Chondroms mit multiloculärer Cystenbildung. Meist war das Wachsthum der Geschwulst von einem gewissen Zeitpunkte an ein sehr rasches, so dass der Tumor schliesslich kolossale Dimensionen erreichte, wie beispielsweise in dem nachstehenden Falle von Otto, in welchem die Geschwulst des Oberarmes an Umfang den ganzen Leib übertraf. In mehreren Fällen sind Geschwulstmetastasen beobachtet worden.

Die angeführten Beobachtungen sind folgende:

Beobachtung von Nélaton [2]). Ein vorher stets gesunder Mann hatte sich durch einen Sprung eine Fractur des Oberschenkels zugezogen, welche nach 2 Monaten vollständig geheilt war. Nach einem halben Jahr stellten sich an der Bruchstelle heftige Schmerzanfälle bei Bewegungen ein, jedoch konnte der Mann später wieder seiner Arbeit nachgehen. Etwa $^3/_4$ Jahr nach der ersten Fractur trat in Folge einer unbedeutenden Anstrengung ein neuer Bruch ein, der zwar wieder in 2 Monaten heilte, aber schmerzhaft blieb. Es begann sich daselbst allmälig eine Geschwulst zu zeigen, die innerhalb mehrerer Jahre heranwuchs und schliesslich zum Aufbruch gelangte und verjauchte. In Folge von Erschöpfung ging der Kranke 5 Jahre nach dem ersten Bruch zu Grunde; die Autopsie ergab ein cystisches Enchondrom, in welchem das Mittelstück des Oberschenkels vollständig verschwunden war.

Beobachtung von Otto [3]). Eine 30jährige Frau erlitt eine Fractur des Humerus, die geheilt wurde, aber sehr schmerzhaft blieb und von einem Quacksalber stark misshandelt wurde. Darauf entwickelte sich unter Zunahme der Schmerzen eine Geschwulst, die allmälig einen kolossalen Umfang erreichte, so dass der Arm an Umfang den Leib übertraf. Nach 2 Jahren tödtlicher Ausgang; es fand

---

[1]) F. Tausch, Zur Casuistik der vom Callus geheilter Fracturen sich entwickelnden Geschwülste. Inaug.-Dissert. Halle 1881.

[2]) Gazette des hôpitaux. 1855. Nr. 17.

[3]) Otto, Seltene Beobachtungen zur Anatomie, Physiologie und Pathologie. Heft I. Breslau 1816. S. 83.

sich ein Osteoid-Chondrom mit kleinen Cysten und vollständigem Schwund des Humerus.

Beobachtung von Dueluzeau[1]). Derselbe entfernte ein Enchondrom aus der Rippe eines Mannes, welches sich nach einem Bruch derselben seit mehreren Jahren entwickelt hatte.

Beobachtung von Langenbeck[2]). Ein Mann von 23 Jahren hatte sich durch Fall eine Fractur des rechten Humerus zugezogen, die geheilt wurde. Nach $1^1/_2$ Jahren stellten sich an der Bruchstelle Schmerzen und eine rasch wachsende Geschwulst ein, welche die Exartikulation des Armes nothwendig machte; die Geschwulst wurde von Virchow als Osteoid-Chondrom erkannt. Nach 4 Monaten Recidiv in der Scapula, das gleichfalls entfernt wurde und denselben Charakter zeigte. Der Kranke starb später an Lungenmetastasen.

Beobachtung von Adams[3]). Sie betrifft einen 66jährigen Mann, der im Alter von 41 Jahren einen Bruch im oberen Drittheil des Humerus erlitten hatte. Letzterer war nach 5 Wochen geheilt, der Arm blieb kräftig, bis er ihn im Alter von 60 Jahren verrenkte. Zwei Jahre später entwickelte sich an der früheren Bruchstelle eine Geschwulst, welche den Umfang des Körpers erreichte und kurz vor dem Tode geschwürig zerfiel. Es handelte sich um ein Colloid-Enchondrom mit Cystenbildung.

Beobachtung von Dumreicher[4]). Ein 52jähriger Mann hatte vor 10 Jahren eine Fractur des Humerus erlitten; es blieb nach derselben eine bohnengrosse Verdickung an der Bruchstelle zurück, die langsam aber stetig wachsend zuletzt einen Tumor von enormer Grösse bildete, welcher vom Acromion bis 1 Zoll über die Ellbogenbeuge herabreichte. Umfang 25 Zoll. Keine Drüsenschwellung. Nach Exartikulation der Schulter Heilung in 4 Wochen. Es ergab sich ein Osteoid-Chondrom mit vollständigem Schwund der ganzen Diaphyse des Humerus.

§. 350. Die zweite Geschwulstform ist das Fractur-Osteom (Osteoma fracturae Virchow).

Unter der Bezeichnung Callus luxurians haben wir früher (§. 344 bis 346) eine übermässige Knochenproduktion kennen gelernt, welche der Callus geheilter Fracturen hie und da liefert; sie zeichnet sich im Allgemeinen durch ihre Neigung zu späterer Rückbildung aus, hat aber doch hie und da dauernden Bestand. Im Gegensatz zu diesem luxurirenden Callus ist man berechtigt, von einem Fractur-Osteom zu sprechen, wenn die geschwulstförmige Knochenbildung Neigung zu fortschreitendem Wachsthum zeigt. Allein ein Beispiel eines solchen von der Bruchstelle einer geheilten Fractur ausgehenden Osteoms ist mir aus der Literatur nicht bekannt. Dagegen ist von Virchow unter dem Namen Osteoma fracturae ein Fall von Osteombildung an den Bruchenden eines mit Pseudarthrose geheilten Schenkelhalsbruchs beschrieben worden, dem sich aus der Literatur noch einige ganz analoge Beobachtungen anreihen lassen. Das Gemeinsame derselben besteht darin, dass ein durch Fractur abgesprengter Knochentheil, der nicht wieder knöchern angeheilt ist, sich hyperostotisch vergrössert und schliesslich ein mehr oder weniger voluminöses Osteom liefert.

Derartige Fälle sind wiederholt nach ungeheilten Querbrüchen der Patella beobachtet und schon von Malgaigne beschrieben worden, desgleichen nach Fracturen des Tuber ischii (Wagner) und der Scapula (Azam). Ausserdem liegen zwei genauer beschriebene Fälle von Virchow und Gluck vor, welche sich auf Fracturen des oberen Endes

---

[1]) Lebert, Traité d'anat. pathol. T. I. p. 230.
[2]) Deutsche Klinik. 1860. S. 217.
[3]) Transact. of the pathol. soc. of London. Vol. I. p. 344.
[4]) Dorfwirth, Zwei Fälle von Osteochondrom. Wien. med. Presse. 1868. S. 268.

des Femur und Humerus beziehen. Da bei diesen beiden letzteren der Bruch im jugendlichen Alter sich ereignete, liegt die Vermuthung nahe, dass die ihrer physiologischen Thätigkeit entzogene Epiphyse durch die beständige mechanische Reizung zu geschwulstförmigem Wachsthum veranlasst wurde.

Die hieher gehörigen Beobachtungen sind folgende.

Beobachtung von Wagner[1]). Derselbe entfernte bei einem Mädchen ein faustgrosses, poröses aber sehr festes Osteom, welches sich nach Absprengung des Tuber ischii in Folge eines Sturzes aus beträchtlicher Höhe entwickelt hatte. Nach Entfernung der beweglich in fibrösen Umhüllungen gelegenen Geschwulst ergab sich, dass das Tuber ischii fehlte.

Beobachtung von Azam[2]). Sie betrifft ein 26jähriges Frauenzimmer, das bei einer heftigen Anstrengung plötzlich in der Achselhöhle einen Schmerz empfand und ein zweimaliges deutliches Krachen hörte, wobei sie rückwärts niederfiel. Beim Zufühlen entdeckte sie einen nussgrossen harten Knoten; von da ab andauernde Beschwerden. Bei der nach einiger Zeit ausgeführten Exstirpation zeigte sich ein mit der Sehne und einzelnen Muskelbündeln des Latissimus dorsi verwachsener Knochen, der aus fein- und grob-areolärem Knochengewebe bestand und innen eine erbsengrosse Höhle enthielt. Nach der Ansicht von Virchow ist es wahrscheinlich, dass hier ein Stück von der Scapula abgesplittert war und sich hyperostotisch vergrössert hatte.

Beobachtung von Virchow[3]). Bei der Autopsie eines 52jährigen Mannes, der vor 32 Jahren den rechten Oberschenkel „verrenkt“ hatte, fand sich in der Gegend des rechten Hüftgelenkes eine harte Geschwulst von der Grösse des Kopfes eines 6jährigen Kindes. Sie bestand aus zwei grösseren Abschnitten, welche sehr innig aber doch beweglich aneinander gefügt waren und zwischen welchen sich eine reichlich mit Synovia gefüllte Gelenkhöhle vorfand. Der eine Abschnitt sass in der Gegend des Acetabulum fest auf, war zwei Fäuste gross und reichte nach unten bis in das Niveau des Tuber ischii, nach hinten bis auf die Fläche des Darmbeines. Ihr äusserer Theil hatte eine platte, eburnirte, stellenweise ganz knorpellose, wellig ausgeschliffene Fläche, welche mit der zweiten Hauptmasse eine Art neuer Artikulation bildete. Auf einem senkrechten Durchschnitt durch die ganze Masse konnte man den alten Knochen ziemlich deutlich abgrenzen und mitten durch den Knochenpilz hindurch einen halbmondförmigen Knorpelstreif verfolgen, den Rest des alten Knorpelüberzuges des Schenkelkopfes. Die zweite Hauptmasse sass in ähnlicher Weise am Oberschenkel fest, an welchem von Kopf und Hals nicht die mindesten Spuren zu bemerken waren. An der Stelle des Ansatzes des Halses ging eine platte Knochenmasse hervor, welche sich nach allen Seiten pilzförmig umschlug, mit der alten Knochenrinde fest verwachsen war und gleichfalls eine eburnirte und polirte Gelenkfläche besass. Endlich fand sich noch im Umfang dieser Masse eine Anzahl freier Gelenkkörper. — Nach diesem Befunde konnte es keinem Zweifel unterliegen, dass der grosse, in der Pfannengegend vorhandene Knochenpilz dem vom Halse getrennten Schenkelkopf angehörte. Es handelte sich also um einen Bruch des Schenkelhalses mit Pseudarthrose und Osteombildung des Kopfes.

Beobachtung von Lücke[4]). Derselbe gibt an, einen dem Virchow'schen total analogen Fall beobachtet zu haben. Bei einem Manne von 60 Jahren entwickelte sich nach einem Schenkelhalsbruch allmälig eine grosse Geschwulst, welche sich nach dem 1½ Jahre später erfolgten Tode als ein grosses Osteom herausstellte.

Beobachtung von Gluck[5]). Sie betrifft eine Patientin, die sich zu wiederholten Malen, zuerst in ihrem 18. Lebensjahre, eine Fractura colli humeri zugezogen

---

[1]) Tageblatt der 38. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. Stettin 1863. S. 58.

[2]) Journ. de méd. de Bordeaux. 1861. p. 475 (Canstatt's Jahresber. f. 1861. Bd. IV. S. 250).

[3]) Virchow, Die krankhaften Geschwülste. Bd. II. S. 74.

[4]) Lücke, Die Lehre von den Geschwülsten. Handbuch der Chirurgie von Pitha-Billroth. II. Bd. 1. Abth. S. 167.

[5]) Berl. klin. Wochenschr. 1885. Nr. 14. S. 221.

hatte. Dann entwickelte sich auf der Schulterhöhe eine Geschwulst, welche langsam aber stetig heranwuchs, bis sie die ganze Gegend der Schultergelenkspfanne einnahm. Zwischen dieser und dem nach einwärts luxirten Diaphysenschafte bestand eine Nearthrose mit sehr vollkommener Bewegungsfähigkeit. Bei der Exstirpation des Tumors ergab sich, dass derselbe von dem in der Cavitas glenoidalis zurückgebliebenen Caput humeri ausgegangen war, aber in keiner Beziehung zu der Nearthrose stand. Die mikroskopische Untersuchung ergab ein Osteoma spongiosum fibrosum.

§. 351. Endlich sind noch die gleichfalls zur Reihe der Bindesubstanzgeschwülste gehörigen Sarcome zu erwähnen. Dieselben nehmen jedenfalls nur äusserst selten ihren Ausgang von einer Fracturstelle, da mir aus der Literatur nur 5 derartige Beobachtungen bekannt sind. welche überdies nicht alle einwandfrei sein dürften. Es ist desshalb, trotzdem gerade die Knochensarcome nicht selten nach vorausgegangenen Verletzungen beobachtet werden, jedenfalls noch nicht sicher erwiesen, dass bei der Fracturheilung der Regenerationsprocess so schrankenlos und atypisch werden kann, dass er direkt in maligne Geschwulstbildung übergeht.

Die erwähnten Beobachtungen sind folgende:

Beobachtuug von Paget[1]). Ein 33jähriges Frauenzimmer hatte vor 6 Jahren eine Luxation und Fractur im Schultergelenk erlitten, worauf das Gelenk steif blieb. Nach 14 Monaten Anschwellung, die binnen 10 Monaten rasch und unter Schmerzen wuchs und dann stationär blieb. Erst 9 Monate vor der Aufnahme trat wieder Vergrösserung der Geschwulst ein, bis sie Kindskopfgrösse erreichte; dabei heftige Schmerzen und starke Anschwellung der Achseldrüsen. Mittelst Resektion im Schultergelenk wurde die die obere Epiphyse des Humerus einnehmende Geschwulst entfernt, welche überdies die Gelenkfläche der Scapula becherförmig umwachsen hatte, so dass eine Resektion des Proc. coracoideus und des Acromion nöthig wurde, um sie aus der Achselhöhle lösen zu können. Nach 5 Monaten Tod. Es fand sich Recidiv im Periost der Humerusdiaphyse und in den benachbarten Lymphdrüsen, sowie Metastasen in den Lungen.

Beobachtung von Santesson[2]). Ein 31jähriger Mann erlitt durch Fall eine Fractur im oberen Drittel des Humerus, die nach 6 Wochen geheilt war. Nach 5 Monaten zeitweise Schmerzhaftigkeit, später Anschwellung des Oberarmes, nach einem Jahre Bruchstelle beweglich. Nachdem Aufbruch und Verjauchung eingetreten, Exartikulation im Schultergelenk, Tod an Pyämie. Der Humerus war durch die Neubildung grösstentheils zerstört, welche auch auf sämmtliche umliegenden Gewebe übergegriffen hatte.

Beobachtung von Volkmann[3]). Sie betrifft einen 47jährigen Mann, der vor 10 Jahren durch Auffallen eines schweren Eisenblockes den Oberschenkel gebrochen hatte; der Bruch war ohne Zwischenfall, aber mit starker Verkürzung geheilt. Erst seit einem Jahre traten zeitweise Schmerzen und später eine Geschwulst an der Bruchstelle auf, die zuerst langsam, dann rasch an Grösse zunahm und bei der Aufnahme kindskopfgross war. Amputation des Oberschenkels. Die Untersuchung ergab ein vom Periost des oberen Bruchendes ausgegangenes Sarcom.

Beobachtung von Folker[4]). Ein junger Mann von 22 Jahren hatte vor 14 Jahren einen Bruch des Unterschenkels erlitten, nach dessen Heilung eine hühnereigrosse Anschwellung zurückgeblieben war. Dieselbe wuchs zuerst äusserst langsam, später rascher heran, bis sie einen Umfang von 18 Zoll erreichte. Amputation des Unterschenkels. Die Untersuchung ergab ein Fibrosarcom.

Beobachtung von Güterbock[5]). Sie betrifft eine 44jährige Frau, welche vor 12 Jahren durch Fall den Oberschenkel gebrochen hatte. Einige Monate später brach

[1]) Transact. of the pathol. soc. of London. Vol. VIII. p. 346.
[2]) Schmidt's Jahrb. 1856. Bd. 19. S. 210.
[3]) Tausch l. c. S. 16.
[4]) Lancet. Dec. 15. 1877. p. 881.
[5]) Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. VII. Congress. 1878. S. 82.

sie durch erneuten Fall denselben Oberschenkel an derselben Stelle, worauf eine Verkürzung des Gliedes sowie eine knöcherne Verdickung der Bruchstelle zurückblieb. Letztere erreichte von Jahr zu Jahr eine bedeutendere Grösse, und seit 4 Jahren entwickelte sich auch eine ähnliche Geschwulst am Femur der anderen Seite. Nach dem Tode der Patientin ergab die Untersuchung ein Cystosarcom, das vielleicht ursprünglich aus einem Enchondrom hervorgegangen war.

3) Wiedererweichung und Schwund des Callus.

§. 352. Es ereignet sich in seltenen Fällen, dass einige Zeit nach der Consolidation einer Fractur der knöcherne Callus spontan wieder erweicht und resorbirt wird, so dass die Bruchstelle wieder dieselbe Beweglichkeit wie unmittelbar nach der Entstehung der Fractur aufweist oder wenigstens eine deutliche Biegung oder Krümmung erleidet. Die Erweichung des Callus stellt sich am häufigsten kürzere Zeit, einige Wochen oder Monate nach der Consolidation des Bruches ein, so lange der Callus noch frisch ist, hie und da aber auch lange nachher, nachdem sich der Patient $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ Jahre lang des früher gebrochenen Gliedes mit vollständiger Freiheit wieder bedient hatte.

Die veranlassenden Ursachen sind theils schwere allgemeine, theils örtliche Erkrankungen, welche sämmtlich nur zuweilen, aber keineswegs immer die Erweichung eines festen Callus zu bewirken im Stande sind. Die allgemeinen Erkrankungen sind entweder solche, welche auch zur Entstehung der sogenannten spontanen oder pathologischen Fracturen prädisponiren, oder solche, welche überhaupt eine schwere Störung der ganzen Ernährung mit sich bringen und gelegentlich auch auf die Callusbildung verzögernd einwirken (s. u. §. 420—28).

§. 353. Unter den allgemeinen Erkrankungen der ersteren Art ist vorzüglich der Skorbut als Ursache der Calluserweichung zu nennen. Da die schweren Formen desselben in neuerer Zeit sehr selten geworden sind, stammen die einschlägigen Beobachtungen fast ausschliesslich aus älterer Zeit.

So erwähnt B. Bell[1]) die Beobachtung gemacht zu haben, dass nach Fracturen, die lange geheilt waren, in vorgerückten Stadien von Skorbut der Callus sich entweder wieder auflöste, oder so weich wurde, dass er die Bruchenden nicht mehr zusammenhielt. Dieselbe Beobachtung machte Hammick[2]) bei der Belagerung von Gibraltar, wo der Skorbut grosse Verheerungen anrichtete, desgleichen Walter[3]) an Bord des Centurion bei einer Weltumsegelung gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Aus neuerer Zeit datirt eine Beobachtung von Herbecq[4]), welcher in Bajonne bei einem 20jährigen Korporal einen Bruch beider Oberschenkel zu behandeln hatte, der nach 11 Wochen vollkommen consolidirt war. Einige Wochen darauf stellten sich ausgesprochene Erscheinungen von Skorbut ein und gleichzeitig wurde der Callus schmerzhaft und so weich, dass er sich beim Auftreten bog; mit der fortschreitenden Besserung und Heilung des Skorbut wurde auch der Callus wieder fest.

Ferner sind hie und da schwere fieberhafte Krankheiten wie Typhus und Variola oder hektisches Fieber im Stande, eine Resorp-

---

[1]) B. Bell, System of surgery. Vol. IV. 1796. p. 422.

[2]) Hammick, Pract. remarks on amputations, fractures etc. London 1830. p. 118.

[3]) G. Anson, A voyage round the world in the years 1740/44. London 1748. p. 102.

[4]) Gaz. des hôpit. 1866. Nr. 126.

tion des Callus zu bewirken. C. J. M. Langenbeck[1]) erwähnt mehrere Fälle, in denen nach 8 Wochen im Gefolge von Typhus der Callus wieder weich wurde und eine Krümmung des Gliedes erfolgte. Schilling[2]) und Guersant[3]) konnten in zwei derartigen Fällen die vollständige Resorption des Callus in Folge von Typhus und Variola durch die Sektion constatiren. Holscher[4]) fand bei einer Frau, welche vor 1½ Jahren eine Fractur des Radius erlitten hatte, in Folge extremer Abzehrung mit hektischem Fieber den früher ganz festen Callus wieder getrennt.

Beobachtung von Schilling. Bei einem Kanonier mit Fractur des Oberschenkels war nach 2½ Monaten die Consolidation so weit vollendet, dass er auf den Fuss auftreten konnte. Dann stellten sich Erscheinungen von Typhus abdominalis ein; 10 Tage später fühlte man keinen Callus mehr und konnte die Bruchenden wieder so frei wie nach der Verletzung bewegen. Nach dem 6 Tage später erfolgten Tode ergab die Sektion keine Spur von Callus, die Bruchenden blutig, wie bei einer frischen Fractur, von einer sackförmigen Membran umgeben, die eine schwarze blutige Flüssigkeit enthielt.

Beobachtung von Guersant. Bei einem 10jährigen Knaben mit Fractur des Oberschenkels an der Grenze des unteren Drittels war dieselbe am 20. Tage ohne Verkürzung consolidirt, als Patient von Variola befallen wurde und Schmerzen im Callus bekam; Tod nach 7 Tagen. Sektion: die Fragmente überragten einander um wenigstens 1½ Zoll und waren durch Stränge von fibrösem Aussehen vereinigt; die Callusgeschwulst zeigte sich in Form einer rothen ekchymotischen Masse ohne die geringste Kalkablagerung.

§. 354. Unter den örtlichen Erkrankungen, welche das früher gebrochene Glied befallen, sind namentlich schwere Erysipele und Phlegmonen als Ursache von Calluserweichung zu erwähnen. Derartige Beobachtungen sind von C. J. M. Langenbeck[5]), Norris[6]) und Anderen beschrieben worden. Auch bei Schussfracturen, in deren späterem Verlaufe septische Phlegmonen auftraten, hat man unter deren verheerendem Einflusse schon gebildete Callusmassen schwinden und consolidirte Fracturen wieder beweglich werden sehen (H. Fischer[7])). Endlich kommt es vor, dass nach Splitterbrüchen die in den Callus eingeschlossenen primären Bruchsplitter nekrotisiren und als reizende Fremdkörper eine rareficirende Ostitis veranlassen, welche zur Resorption des Callus führt. Dieser Vorgang tritt natürlich eher im Gefolge offener als subcutaner Fracturen ein, jedoch wird letztere Möglichkeit durch die nachstehende Beobachtung von Thiersch bewiesen. Es ist wohl zweifellos, dass dieselbe Wirkung auch durch Fremdkörper, welche von aussen eingedrungen und in der Bruchstelle stecken geblieben sind, herbeigeführt werden kann.

Beobachtung von Thiersch[8]). Ein Mann von 31 Jahren hatte durch Ueberfahrung einen subcutanen Splitterbruch des Unterschenkels erlitten, welcher nach 4 Monaten consolidirt war. 3 Monate später entstand plötzlich wieder abnorme Beweglichkeit, Anschwellung und Schmerzhaftigkeit an der Bruchstelle. Bei der

[1]) Neue Bibliothek für die Chirurgie etc. I. S. 90.
[2]) Med. Zeitung des Vereins für Heilkunde. 1840. S. 184.
[3]) Gaz. des hôpit. 1842. p. 684.
[4]) Hannoversche Annalen. IV. 1839. S. 361.
[5]) A. a. O.
[6]) Norris, Contributions to pract. surgery. Philadelphia 1873. p. 52.
[7]) Deutsche Chirurgie. Lief. 17a. S. 371.
[8]) Verhandl. der deutschen Gesellschaft f. Chirurgie. VII. 93.

Operation fanden sich die durch luxurirenden Callus um das Doppelte verbreiterten Bruchenden durch kurzfaseriges Bindegewebe vereinigt. Zwischen denselben war innerhalb der Callusmasse eine kleine von Granulationen angefüllte Höhle, welche 4 kleine Bruchsplitter enthielt. Vollständige Heilung nach 10 Monaten.

Beobachtung von Gerdy[1]). Bei einem Manne, dem 9 Jahre vorher durch einen Schuss der Humerus zerschmettert war, kam es an der Bruchstelle zur Abscessbildung mit Ausstossung kleiner Knochenfragmente und zu vollständiger Resorption des Callus. Amputation wegen hinzutretenden hektischen Fiebers. Der Knochen zeigte sich deutlich entzündet, vielfach durchlöchert und von Gefässen durchsetzt.

§. 355. Die prognostische Bedeutung der beschriebenen Callusresorption ist in so ferne keine ungünstige, als die vorliegenden Beobachtungen den Beweis liefern, dass in allen Fällen, in denen die veranlassende Krankheit gehoben werden kann, auch der Callus sich wieder reproducirt. Die Dauer jenes Zustandes hängt allein von der Dauer der betreffenden Krankheit ab, da nach deren Beseitigung die Consolidation gewöhnlich rasch zu Stande kommt.

§. 356. Ausser der Resorption des Callus ist auch ein höchst auffallender Schwund der Bruchenden in grösserer Ausdehnung beobachtet worden.

Es liegt hierüber ein, wie es scheint, bisher einzig dastehender Fall vor, der von verschiedenen Aerzten in Boston viele Jahrzehnte lang beobachtet und wiederholt zum Gegenstand von Mittheilungen gemacht worden ist[2]). Derselbe betrifft einen Mann, der im Alter von 18 Jahren wiederholt einen subcutanen Bruch des Humerusschaftes erlitten hatte, worauf ein vollständiger Schwund des ganzen Humerus eintrat, der nach dem im Alter von 70 Jahren erfolgten Tode des Kranken durch die Autopsie constatirt wurde.

Die Beobachtung ist folgende:

Innerhalb zweier Monate brach Patient in seinem 18. Lebensjahre den rechten Humerus 3mal an derselben Stelle, ungefähr in der Mitte. Nach der zuletzt erlittenen Fractur trat keine Consolidation mehr ein, vielmehr wurde der Humerus im Laufe der nächsten 12 Jahre fast vollkommen resorbirt und zwar ganz allmälig, ohne alle Schmerzen, ohne Entzündung, Eiterung und Aufbruch. Dann blieb der Zustand unverändert; der Vorderarm war stets funktionsfähig, so dass Patient trotz des knochenlosen Oberarmes alle möglichen Arbeiten verrichten konnte. Im 70. Lebensjahre starb Patient im Irrenhause. Die Sektion ergab, dass vom Humerus nur kleine Knochenreste am oberen und unteren Ende übrig geblieben waren, welche durch einen theils aus Bindegewebe theils aus Muskelfasern bestehenden Strang in Verbindung gehalten wurden. Dieser Strang wurde hauptsächlich von dem engverwachsenen Brachialis internus und Triceps gebildet. Die übrigen Muskeln liessen sich leicht isoliren, entsprangen und inserirten sich theils an den noch vorhandenen Knochenresten, theils an dem erwähnten Strang, welcher die halbe Länge des normalen Humerus besass.

Ferner berichtet Agnew[3]) über eine eigene ähnliche Beobachtung, in welcher die Hälfte des Humerus innerhalb 8 Jahren nach der Fractur durch Resorption verschwand.

---

[1]) Gerdy, Chirurgie pratique. 3. Monogr. p. 126.

[2]) Boston med. and surg. Journ. July 1838. p. 368. — Gross, System of surgery. Philadelphia. Vol. I. p. 937. — Boston med. and surg. Journ. Oct. 10. 1872. Vol. X. p. 245.

[3]) Agnew, Surgery. Vol. I. p. 746.

Ausserdem liegt eine nicht ganz einwandfreie Beobachtung von De la Harpe[1]) vor, in welcher in Folge angeblicher Fractur des Sternum und beider Claviculae eine mit Eiterung einhergehende spontane Resorption dieser Knochen eintrat. Dasselbe sah Rokitansky[2]) an den Knochen der rechten Thoraxwand nach Zertrümmerung durch Huftritte; jedoch findet sich der Fall nirgends ausführlicher beschrieben.

Beobachtung von De la Harpe. Ein junger Mann von 18 Jahren erlitt auf dem Eise einen Fall auf den Rücken, fuhr jedoch während des ganzen folgenden Monats fort, seine Arbeit zu verrichten. Dann erst wurde ein Arzt zugezogen, der einen Bruch des Brustbeins, beider Schlüsselbeine und mehrerer Rippen fand. Später kam es an den genannten Stellen zu Abscessbildung, es trat ein pleuritisches Exsudat hinzu und 3 Monate nach der Verletzung erfolgte der Tod. Die Sektion ergab, dass der obere Theil des Sternum ganz verschwunden, der untere mürbe, zerfressen und von Eiter umspült war. Die beiden obersten Rippen der rechten und die 3 ersten Rippen der linken Seite waren gebrochen, zerfressen und von Eiter umgeben. Ebenso waren beide Schlüsselbeine mit Ausnahme des Acromialendes verschwunden und ihre Stelle von einer Eiteransammlung eingenommen, in welcher einige sehr zerreibliche Knochenstückchen schwammen.

Endlich hat neuerdings Oehler[3]) aus der Lücke'schen Klinik zwei wenig sichere Beobachtungen von Fractur des oberen Endes des Humerus mit nachträglicher Resorption an den Fragmenten mitgetheilt.

Der eine Fall lässt sich nämlich eher als eine Absprengung der oberen Epiphyse des Humerus mit der typischen Dislokation erklären, während in dem anderen nach einem vor 7 Jahren vorausgegangenen Trauma ein Defekt des Kopfes und Halses des Humerus vorgefunden wurde. In dem letzteren Falle, der übrigens nicht Gegenstand der Autopsie wurde, konnte nicht ermittelt werden, welcher Art die vorausgegangene Verletzung gewesen war und ob dieselbe überhaupt in einer Fractur bestanden hatte.

§. 357. Die Erklärung des Processes, welcher der spontanen Resorption der Bruchenden zu Grunde liegt, ist nicht leicht zu geben. Jedenfalls steht derselbe mit den Resorptionsvorgängen, welche an den Bruchenden bei der gewöhnlichen Fracturheilung in beschränktem Maasse stattfinden, in keinem Zusammenhang. Denn wenn es ein gewöhnliches Vorkommniss ist, dass bei den mit Dislokation geheilten Fracturen die vorspringenden Bruchenden, Kanten und Spitzen schwinden, so wird dieser Vorgang eben lediglich durch funktionelle Verhältnisse bedingt, indem die statisch nicht in Anspruch genommenen Knochentheile der Resorption anheimfallen. Ebenso wenig dürfen wir die in Rede stehende Resorption ganzer Knochen mit dem bei intrakapsulären Fracturen (namentlich Schenkelhalsbrüchen) häufig beobachteten Schwund der Bruchenden in Parallele setzen, da letzterer nur die innerhalb des Kapselbandes gelegenen Knochentheile betrifft. Und wenn bei diesen Gelenkfracturen die allgemeine Ansicht dahin geht, dass die Resorption theils durch die verminderte Blutzufuhr, theils durch die gegenseitige Reibung der Fragmente verursacht wird, so genügt diese Erklärung natürlich für unsere Fälle nicht.

Es hat daher Oehler die Ansicht aufgestellt, dass der ausgedehnte Schwund in den oben angeführten Fällen theils durch eine

---

[1]) Schweizer. Zeitschr. f. Med. etc. 1853. S. 289.

[2]) Rokitansky, Lehrbuch der pathologischen Anatomie. II. S. 112.

[3]) R. Oehler, Schwund grösserer Theile des Knochens nach Fracturen. Inaug.-Dissert. Strassburg 1883.

akute entzündliche Einschmelzung (rareficirende Ostitis), theils durch Bildung von Granulationen wie bei der Caries sicca zu Stande komme, welche von aussen gegen den Knochen andringend denselben verzehren. Diese Deutung, welche auch schon von Volkmann für den Fall von De la Harpe aufgestellt worden ist, ist für letzteren sowie für den analogen Fall von Rokitansky gewiss zutreffend. Für die Bostoner Beobachtung von Absorption des ganzen Humerus möchte ich dagegen die Ansicht aufstellen, dass es sich um diejenige Form der Knochenatrophie gehandelt hat, welche wir früher (§. 26) als neurotische bezeichnet haben. An jener Stelle haben wir die im Gefolge von Affektionen des centralen Nervensystems auftretende Knochenatrophie als eine Ursache abnormer Knochenbrüchigkeit kennen gelernt; sie ist aber auch im Stande, durch ausgedehnten Schwund des Knochengewebes grossartige Zerstörungen und Defekte zu setzen, wie beispielsweise in einer früher (S. 33) erwähnten Beobachtung von Charcot, in welcher bei einer an Tabes leidenden Patientin ein Oberschenkelbruch mit 31 cm Verkürzung geheilt war, da beinahe das ganze obere Fragment sammt Kopf, Hals und Trochanter zu Grunde gegangen und der Rest desselben mit dem unteren Fragment vereinigt war. Vielleicht kann es noch zur Unterstützung unserer Erklärung dienen, dass in jenem Bostoner Falle der Patient im Irrenhause gestorben ist.

4) Wiederzerbrechen des Callus. Recidive Fractur.

§. 358. Wie in Folge der beschriebenen spontanen Resorption des Callus sich die abnorme Beweglichkeit an einer bereits consolidirten Bruchstelle wieder einstellen kann, so kommt es auch zuweilen bei normaler Beschaffenheit des Callus vor, dass durch irgend eine Gewalteinwirkung die knöcherne Vereinigung wieder getrennt wird. Diese recidiven Fracturen bedürfen natürlich dann keiner besonderen Erklärung, wenn die veranlassende Gewalteinwirkung eine sehr heftige ist oder gar zum Zerbrechen eines ganz intakten Knochens ausreicht. Ist dagegen die Gewalt eine geringere, so sind es vorzüglich zwei Momente, welche das Zustandekommen einer recidiven Fractur begünstigen.

In erster Linie bricht der Callus um so eher, je jünger er ist, je kürzere Zeit also seit der Entstehung der primären Fractur verstrichen ist. Denn auch bei völlig correkter Heilung hat die Bruchstelle erst dann ihre normale Festigkeit wieder erlangt, wenn die Periode der Umbildung des Callus vollendet ist, wenn also unter dem Einflusse der statischen Verhältnisse, welche sich beim Gebrauche des Gliedes geltend machen, der anfangs lockere, poröse Callus sich verdichtet hat und mit den Bruchenden innig verschmolzen ist. Im Beginn dieser Periode, welche Monate in Anspruch nimmt, genügt zuweilen eine sehr geringe Gewalt, wie die blosse Belastung des Gliedes durch das Körpergewicht oder eine gewaltsame Muskelaktion, um die Trennung des Callus herbeizuführen. Am häufigsten ereignet sich dieser Unfall nach Fracturen des Ober- und Unterschenkels, wenn die Patienten, von dem Fracturverbande befreit, allzu frühe die ersten Gehversuche machen. Oft gleiten sie hiebei aus und fallen zu Boden, so dass der Callus

durch den Fall zerbricht; hie und da erfolgt aber die Fractur allein schon durch die Belastung des Gliedes oder heftige Muskelaktion, so **dass der Fall erst die Folge der Fractur ist.**

Beispielsweise erfolgte in einer Beobachtung von Oesterlen[1]) eine recidive Fractur des Oberschenkels bei einem Manne von 31 Jahren 7 Tage nach der Heilung des ersten Bruches durch plötzliche Drehung des Körpers, worauf der Kranke erst niederfiel. Dessgleichen beobachtete Boesbier[2]) eine recidive Fractur des Oberschenkels bei einem 13jährigen Knaben, welche 8 Tage nach der Heilung des ersten Bruches beim Aufstehen vom Bette eintrat. Oder es wirkt hiebei noch eine gewaltsame Muskelaktion mit, wie in einer Beobachtung von Debaumarchef[3]), in welcher ein Mann, der vor 8—9 Wochen einen Oberschenkelbruch erlitten hatte, beim Ausgleiten mit einer Krücke durch die heftige Anstrengung, sich aufrecht zu erhalten, den Callus brach, ohne zu Boden zu fallen.

Auf derartige Weise kann der Callus in der ersten Zeit nach der Heilung nicht blos einmal, sondern sogar 6—7mal nach einander wieder zerbrechen, wie die Beobachtungen von Weber[4]) und Gosselin[5]) beweisen.

In dem Falle von Gosselin handelte es sich um einen jungen Mann von 25 Jahren, der innerhalb 20 Monaten 6mal den Oberschenkel an derselben Stelle brach. Der Kranke erhob sich jedesmal am 45. Tage nach dem Bruche und 8—14 Tage später trat die recidive Fractur ein, meist in Folge einer zu grossen Anstrengung, theils um sich bei einem Fehltritt aufrecht zu halten, theils bei raschem Gehen. Gosselin, der den Kranken nach der 6. Fractur sah, liess den Kranken 3 Monate liegen, worauf kein Recidiv mehr eintrat, aber eine Verkürzung von 6 cm zurückblieb.

Die Beobachtung von Weber betraf ein 8jähriges, schlecht genährtes, skrophulöses Mädchen, welches zuerst durch einen Fall den rechten Oberarm am Ansatz des Deltoides brach; der schiefe Bruch war nach 5 Wochen geheilt. Durch einen neuen Fall entstand der Bruch an derselben Stelle zum zweiten Male, und so wiederholte sich die Fractur 7mal innerhalb 2 Jahren an derselben Stelle. Zuletzt war ein sehr unförmlicher Callus vorhanden.

In zweiter Linie wird das Recidiviren des Bruches dann begünstigt, wenn die Heilung der primären Fractur mit beträchtlicher Dislokation zu Stande gekommen ist. Wie wir später durch einige statistische Angaben zeigen werden, kommen recidive Fracturen vorzugsweise an denjenigen Knochen und Knochentheilen vor, bei denen die Dislokation meist am bedeutendsten und am schwierigsten zu beseitigen ist. Diese Thatsache steht damit im Einklange, dass bei vielen difform geheilten Fracturen die knöcherne Vereinigung der Fragmente viel weniger fest und ausgedehnt ist, als bei correkter Heilung, da die Vereinigung oft nur durch schmale und dünne Callusbrücken hergestellt wird. Daher kommt es, dass die Bruchstelle unter diesen Umständen eine geringere Festigkeit behält, so dass noch nach geraumer Zeit, selbst nach zwei, drei und mehr Jahren durch mässige Gewalten, wie nach dem blossen Zubodenfallen, ein Recidiv erfolgt. Auch die Erfahrungen mit der Osteoklase bei difform geheilten Fracturen lehren, dass der Callus bei Erwachsenen bis nach Ablauf eines Jahres, bei jugendlichen Individuen nach viel längerer Zeit noch getrennt werden kann.

---

[1]) Oesterlen, Ueber das künstliche Wiederabbrechen fehlerhaft geheilter Knochenbrüche. Tübingen 1827. S. 98.

[2]) Oesterlen l. c. S. 97.

[3]) Journ. génér. de méd., de chirurgie et de pharm. T. 22. p. 383.

[4]) O. Weber, Chirurg. Erfahrungen u. Untersuchungen. Berlin 1859. S. 89.

[5]) Gosselin, Clinique chirurg. T. I. p. 389.

§. 359. Um über die genaueren Verhältnisse der recidiven Fracturen in Bezug auf Sitz, Heilungsdauer u. s. f. Aufschluss zu erhalten, mögen die folgenden statistischen Angaben dienen, welche einem Material von 59 Fällen entnommen sind. Von denselben sind 38 Fälle von Gurlt[1]) zusammengestellt, die übrigen von Leisrink[2]), Gosselin[3]), Coulon[4]), Ravoth[5]), Groner[6]), Snow[7]), Norris[8]), Callender[9]) mitgetheilt und zwei von mir beobachtet worden.

Von den angegebenen 59 Fällen trifft genau die Hälfte auf das Alter unter 30 Jahren, unter diesen wieder die Mehrzahl auf das 2. Jahrzehnt.

Bezüglich des Sitzes der recidiven Fracturen ergibt sich, dass sie fast ausschliesslich an den Diaphysen der langen Röhrenknochen und zwar weitaus am häufigsten an den unteren Extremitäten beobachtet werden; denn von den 59 Fällen kommen 35 auf den Oberschenkel und 13 auf den Unterschenkel, dagegen nur je 5 auf den Oberarm und den Vorderarm. Ausserdem betrifft ein Fall das Schlüsselbein, während sowohl die Epiphysen der langen Röhrenknochen als auch die kurzen Knochen gar nicht vertreten sind.

Was die Art des Bruches betrifft, so ist gewöhnlich eine vollständige Fractur vorhanden, hie und da bei jugendlichen Individuen auch blos eine Infraktion.

Während meistens die Fractur nur einmal recidivirte, sind in 7 Fällen mehrmalige, und zwar 2—7malige Recidive beobachtet worden.

Das Auftreten des Recidivs schloss sich in der Mehrzahl der Fälle fast unmittelbar an die Heilung der primären Fractur an. Unter 54 Fällen, in denen der Zeitpunkt der Entstehung bekannt ist, fällt derselbe 41mal auf die ersten 3 Monate, und zwar 23mal auf die 1. Woche nach der Entfernung des Fracturverbandes, 10mal auf die 2.—4. Woche, 5mal auf den 2. und 2mal auf den 3. Monat. Ausserdem ereignete sich das Recidiv 3mal im 4.—6. Monat nach der Heilung der primären Fractur, 5mal im 6.—12. Monat, je 2mal erst nach 2 und 3 Jahren.

Die Heilungsdauer der recidiven Fractur ist in der Regel eine kürzere als die der primären, und zwar vorzugsweise bei Fracturen des frischen Callus, während bei den späten Recidiven die Heilung meist etwas längere Zeit in Anspruch nimmt.

§. 360. Die Aufgabe der Behandlung ist zunächst eine prophylaktische. Da die meisten Recidive in der ersten Zeit der Reconvalescenz und nach Fracturen an der unteren Extremität sich ereignen, ist es rathsam, den Fracturverband nicht zu frühe zu entfernen und in der ersten Zeit das gebrochen gewesene Glied sehr zu schonen, namentlich Gehversuche auch mit Krücken nicht sofort zu gestatten, wenn bei der Untersuchung keine abnorme Beweglichkeit mehr zu con-

---

[1]) Gurlt l. c. S. 581.
[2]) Arch. f. klin. Chir. XIV. Bd. S. 452.
[3]) Gosselin l. c. p. 386.
[4]) Coulon, Handb. der Knochenbrüche bei Kindern. S. 72.
[5]) Berl. klin. Wochenschr. 1866. S. 449.
[6]) Annals of surg. 1885. I. p. 473.
[7]) New York med. Journ. July 1879. p. 67.
[8]) Norris, Contribut. to pract. surg. Philadelphia 1873. p. 40.
[9]) Med.-chir. Transact. Vol. 51. p. 145.

statiren ist. Im Uebrigen ist die Behandlung der recidiven Fractur dieselbe wie die der primären; ist letztere mit beträchtlicher Dislokation erfolgt, so kann der Fehler oft wieder gut gemacht und durch exakte Reposition und Retention eine correkte Heilung herbeigeführt werden.

Cap. VI.

Difforme Fracturheilung.

(Fractura male sanata.)

Als „schlecht geheilte Knochenbrüche“ pflegt man diejenigen zu bezeichnen, welche mit bedeutender Dislokation der Fragmente zur knöchernen Heilung gelangt sind. Ist es schon ein sehr seltenes Vorkommniss, dass die Fracturheilung ohne jede Spur von Dislokation zu Stande kommt, so dass selbst bei der anatomischen Untersuchung die Bruchstelle kaum mehr zu erkennen ist, so kommt auch die Heilung mit bedeutender Dislokation recht häufig zur Beobachtung. Immerhin unterliegt es keinem Zweifel, dass in neuerer Zeit mit der Vervollkommnung der Fracturbehandlung und der Ausdehnung der Hospitalbehandlung die Fälle schlecht geheilter Fracturen entschieden seltener geworden sind.

Ursachen.

§. 361. Die Ursache der difformen Fracturheilung ist darin zu suchen, dass entweder die primäre Dislokation der Fragmente gar nicht oder nicht dauernd beseitigt wird, oder dass eine secundäre Dislokation während der Heilungszeit sich einstellt.

Die Schuld hieran trägt unstreitig in vielen Fällen eine mangelhafte Behandlung. Und bekanntlich sind gerade die Kranken mit schlecht geheilten Beinbrüchen nur allzu geneigt, den Arzt für ihre Infirmität verantwortlich zu machen. Bald ist der Versuch, die Dislokation in frischem Zustande zu beseitigen, gar nicht gemacht oder misslungen, bald ist der Verband von vornherein zu locker angelegt oder nach der Abschwellung der Weichtheile zu weit geworden und nicht rechtzeitig erneuert, bald schliesst der Verband die benachbarten Gelenke nicht ein, so dass sich die Bewegungen derselben auf die Bruchstelle fortpflanzen und besonders auch Achsendrehungen des peripheren Bruchstückes nicht verhindert worden sind, oder es ist überhaupt nicht der geeignete Fracturverband angelegt worden, wie beispielsweise bei einem Bruch mit starker Verkürzung ein einfacher Contentivverband ohne Extensionsvorrichtung; oder es ist endlich der Fracturverband zu frühzeitig entfernt worden, so dass sich der noch weiche Callus nachträglich biegen und die Fragmente sich übereinanderschieben konnten.

Auf der anderen Seite muss aber mit Entschiedenheit betont werden, dass den behandelnden Arzt in manchen Fällen keine Schuld trifft; denn gar nicht selten, namentlich bei complicirten Fracturen, ist es wegen vorhandener Weichtheilwunden, Hautaffektionen, Phlegmonen, Abscesse, Gangrän, Erysipel u. s. f. sehr schwer oder unmöglich, den Fracturverband während der ganzen Dauer der Heilung exakt anzu-

wenden. In anderen Fällen ist das ungeeignete Verhalten des Verletzten selbst schuld, wenn er sich den ärztlichen Vorschriften nicht fügt, sehr unruhig ist, den Verband eigenmächtig lockert oder abnimmt, oder wenn es sich um Zustände von Manie oder Delirien handelt. Ausserdem kommen aber auch hie und da primäre Dislokationen vor, welche sich zum Theil nur unvollständig, zum Theil gar nicht reponiren lassen. Wir haben bereits früher (§. 190) diese Repositionshindernisse im Einzelnen namhaft gemacht.

Erscheinungsweise.

§. 362. Die verschiedenen Arten von difformer Heilung der einzelnen Fracturen entsprechen im Allgemeinen den primären typischen Dislokationen derselben im frischen Zustande. Die detaillirte Beschreibung derselben gehört in das Gebiet der speciellen Fracturenlehre. Indem wir daher von einer Erörterung der Difformitäten nach Fracturen an den Rumpf- und Kopfknochen ganz absehen, begnügen wir uns mit einigen allgemeinen Betrachtungen über die difforme Heilung der Fracturen an den langen Röhrenknochen, weil diese sowohl bezüglich ihres anatomischen Verhaltens, als auch der therapeutischen Indikationen gewisse gemeinsame Gesichtspunkte darbieten. Dies gilt wenigstens für die Fracturen der Diaphysen, während die der Gelenkenden an den einzelnen Gelenken wieder wichtige Unterschiede zeigen.

Fig. 198.



Difform geheilter Oberschenkelbruch mit fast rechtwinkliger Kreuzung der Fragmente.

Die nach Diaphysenbrüchen zurückbleibenden Difformitäten bestehen in Achsenknickung, Achsendrehung, seitlicher Verschiebung und Uebereinanderschiebung der Fragmente. Besonders häufig ist die Achsenknickung und Uebereinanderschiebung der Bruchstücke, sowie das gleichzeitige Vorhandensein dieser beiden Dis-

lokationen, das mit dem Namen des „Reitens der Fragmente“ bezeichnet wird. Die Achsenknickung ist gewöhnlich eine stumpfwinklige, in den höchsten Graden eine recht- oder gar spitzwinklige, wie es hie und da in sehr hohen Graden bei Oberschenkelfracturen beobachtet ist (Fig. 198). Die Uebereinanderschiebung der Fragmente bedingt eine entsprechende Verkürzung des Gliedes, welche bei den Fracturen der oberen Extremität nur gering zu sein pflegt, dagegen bei denen des Unterschenkels und insbesondere des Oberschenkels häufig sehr hohe Grade erreicht und bei letzterem bis zu 25 cm betragen kann. Uebrigens sind die bedeutenden Verkürzungen gewöhnlich nicht blos durch die Uebereinanderschiebung, sondern auch durch die gleichzeitige winklige Knickung bedingt, in manchen Fällen auch durch erhebliche Substanzverluste an den Bruchenden nach complicirten Fracturen, wenn entweder zahlreiche Splitter extrahirt worden sind, oder grössere Stücke der Bruchenden sich nekrotisch ausgestossen haben.

§. 363. Gehen wir näher auf die Fälle difformer Heilung ein, welche in Folge bedeutender Funktionsstörung zu therapeutischen Eingriffen Anlass geben, so finden sich dieselben ungleich häufiger an der unteren als oberen Extremität, wie sich aus den folgenden Zahlenangaben ergibt. Ich habe die Gurlt'sche Statistik von 149 Fällen, in denen zur Beseitigung der Difformität operative Eingriffe vorgenommen worden sind, aus der neueren Literatur vervollständigt und 10 eigene Beobachtungen hinzugefügt; die Gesammtzahl dieser Beobachtungen beträgt 330, von denen 275 auf die untere, 55 auf die obere Extremität kommen.

Die schlecht geheilten Oberschenkelbrüche, welche in unserer Statistik mit 140 Fällen vertreten sind, haben fast ausschliesslich in der oberen Hälfte des Knochens ihren Sitz. Unter 101 Fällen mit genauerer Angabe haben nämlich 30 ihren Sitz im oberen Drittel, 26 über der Mitte, 28 in der Mitte, dagegen nur 10 unter der Mitte und 7 im unteren Drittel des Oberschenkels. Die häufigste Difformität in diesen Fällen ist die winklige Knickung, welche fast immer in mehr oder weniger ausgesprochenem Grade vorhanden ist, indem der Winkel gewöhnlich einem stumpfen, hie und da sogar einem rechten oder spitzen entspricht (Fig. 198—201).

Die Spitze des Winkels ist in der Regel, nämlich unter 80 Fällen 54mal, nach aussen gerichtet, 14mal nach vorne aussen und 12mal nach vorne; die Knickung nach auswärts ist bei den Brüchen der oberen Hälfte, die nach vorwärts bei den Brüchen der unteren Hälfte die gewöhnlichste.

Neben der Achsenknickung besteht fast immer eine Verkürzung, welche bei keiner anderen Fractur gleich hohe Grade erreicht und theils durch Uebereinanderschiebung, theils durch Achsenknickung bedingt ist. Die Verkürzung beträgt unter 100 Fällen:

38mal	2— 6 cm
24 „	6— 8 „
16 „	9—12 „
14 „	12—15 „
8 „	15—25 „

Endlich besteht bisweilen eine erhebliche Rotation des unteren Fragmentes sammt Unterschenkel und Fuss nach aussen oder innen, bis

zu dem Grade, dass die Fusspitze gerade nach aussen oder nach innen gerichtet ist.

Unter unseren Fällen ist 10mal starke Rotation nach aussen und 4mal nach innen notirt, welche meist mit den genannten anderen Dislokationen combinirt war.

Nur ausnahmsweise ist die Rotation die alleinige oder wesentliche Ursache der Funktionsstörung. So war in einem von mir kürzlich operirten Falle, in welchem die Fractur zwischen mittlerem und oberem Drittel ihren Sitz hatte, neben geringer Verkürzung und Achsenknickung eine so starke Auswärtsrotation vorhanden, dass die Fussspitze nach auswärts und sogar etwas nach rückwärts gerichtet und daher das Gehen äusserst mühsam war.

Fig. 199. Fig. 200. Fig. 201.



Difform geheilte Oberschenkelbrüche.

Die difform geheilten Unterschenkelbrüche, von denen unsere Statistik 135 Fälle aufweist, verlangen etwas weniger häufig wie die Oberschenkelbrüche chirurgische Abhülfe, trotzdem jene Brüche überhaupt mehr als doppelt so häufig vorkommen. Sie haben ihren Sitz vorzugsweise in der unteren Hälfte, am häufigsten im unteren Drittel des Unterschenkels; denn von 83 Fällen mit bestimmter Angabe haben 7 ihren Sitz im oberen Drittel, 14 in der Mitte, 17 unter der Mitte und 45 im unteren Drittel. Fast ohne Ausnahme ist eine winklige Knickung vorhanden, welche wie bei den Oberschenkelbrüchen die höchsten Grade erreichen kann (Fig. 202—203).

Die Spitze des Winkels ist bei den Fracturen in den oberen 2 Dritteln 12mal nach vorne gerichtet, 7mal nach aussen, 7mal nach innen und 1mal nach hinten; bei den Fracturen im unteren Drittel 15mal nach innen, 10mal nach vorne, 4mal nach aussen und je 1mal nach innen hinten und aussen vorne.

Die Verkürzung ist in keinem Falle so bedeutend wie bei den Oberschenkelbrüchen und beträgt meist 2—4—6 cm, im Maximum 8—10—12 cm. In manchen Fällen besteht noch eine Rotation des unteren Fragmentes und des Fusses nach aussen oder innen, welche in Verbindung mit der winkligen Knickung eine sehr perverse Stellung des Fusses bedingt.

Fig. 202.



Difform geheilte Fractur der Tibia.

Fig. 203.

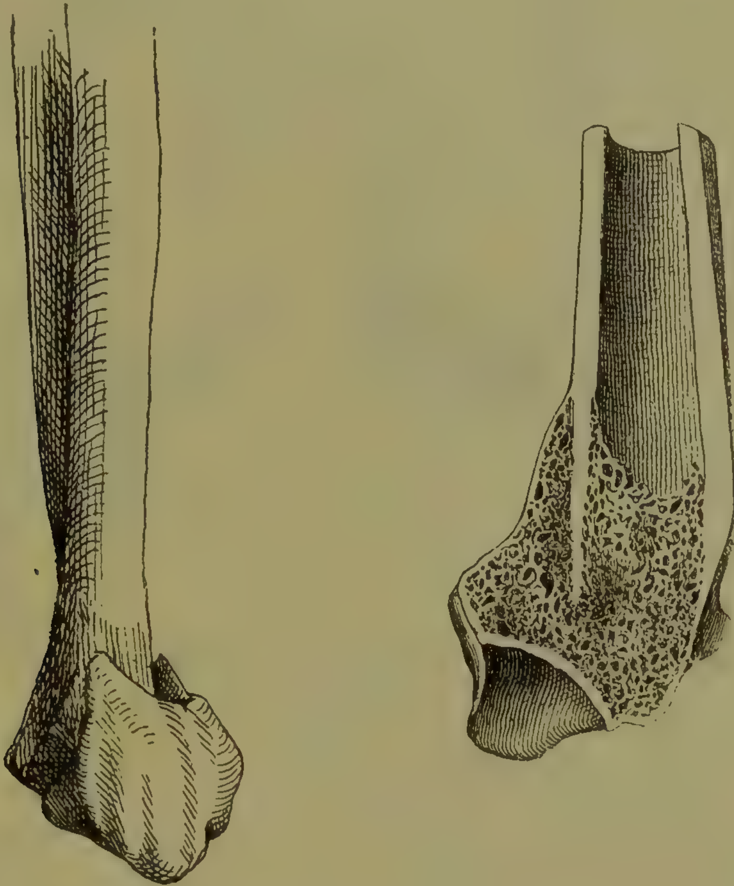


Difform geheilte Fractur der Fibula.

Weit seltener verlangen die difform geheilten Fracturen an der oberen Extremität operative Abhülfe, indem sie nur den neunten Theil unserer Fälle ausmachen. Von den 55 Fällen haben 19 ihren Sitz am Oberarm, 36 am Vorderarm. Bei letzteren handelt es sich theils um Brüche beider Vorderarmknochen mit winkliger Knickung, wodurch die Supination aufgehoben oder beschränkt wird, theils um Fracturen des unteren Endes des Radius mit der typischen Dislokation (Fig. 204—205), bei denen eine erhebliche Störung in der Bewegung der Hand zurückgeblieben ist.

§. 364. Die difforme Heilung der Brüche an den Gelenkenden der langen Röhrenknochen bieten sowohl bezüglich ihrer anatomischen Verhältnisse, als ihrer funktionellen Bedeutung so mannigfache Verschiedenheiten an den einzelnen Gelenken dar, dass eine gemeinsame Erörterung derselben nicht möglich ist. Es mag daher genügen, einige der häufigsten Beispiele kurz anzuführen.

Fig. 204. Fig. 205.



Difform geheilte Brüche der unteren Radiusepiphyse mit der typischen Dislokation.

An der unteren Extremität geben weitaus am häufigsten die schlecht geheilten Knöchelbrüche Veranlassung zu operativem Eingriff, da eine tadellose Heilung derselben oft äusserst schwierig ist. Die nach der Fractur beider Malleolen am häufigsten zurückbleibende Difformität besteht in einer winkelförmigen Knickung an den Bruchstellen mit der Spitze des Winkels nach innen (Fig. 206 u. 207): Der Fuss steht in Valgusstellung mit nach auswärts gekehrter Fusssohle und ist mehr oder weniger gebrauchsunfähig. Es ist mir eine ganze Serie derartiger Fälle aus eigener Beobachtung bekannt. Viel seltener kommt es dagegen vor, dass nach dem Bruch des inneren oder beider Knöchel (mit oder ohne gleichzeitige Fractur des Talus) die Achsenknickung mit der Spitze des Winkels nach aussen gerichtet ist, so dass der Fuss in starker Varusstellung fixirt ist[1]). — Bei den seltenen intraartikulären Fracturen des Kniegelenks kommt es zuweilen vor,

[1]) Bartels (Arch. f. klin. Chir. XV. S. 91) hat mehrere derartige Fälle beschrieben.

Fig. 206.

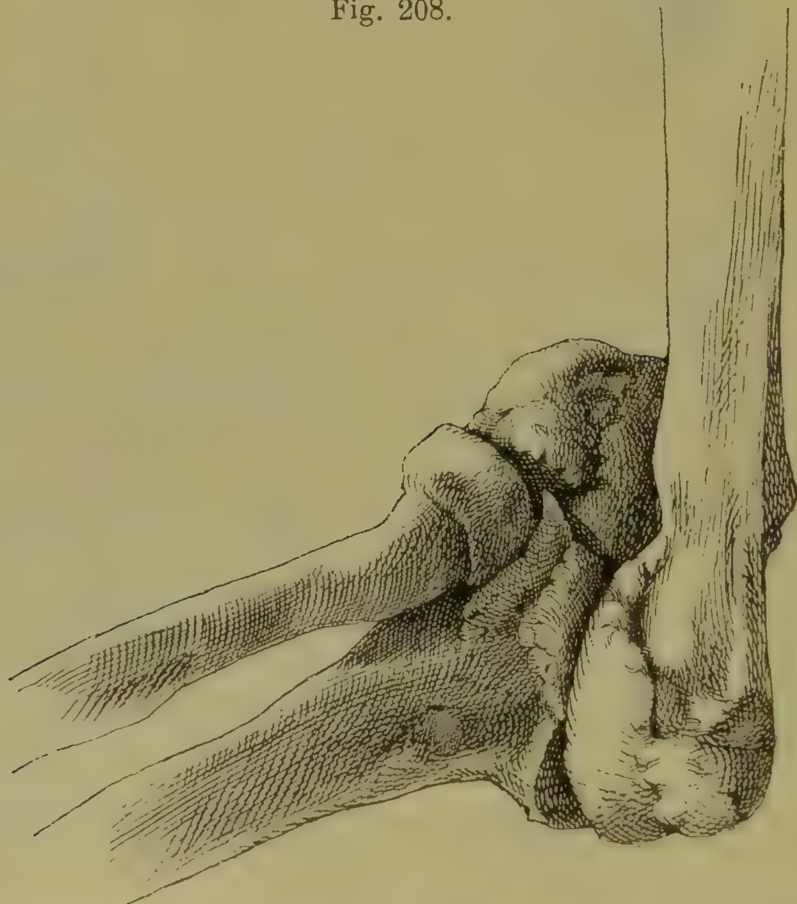


Fig. 207.



Schlecht geheilte Knöchelbrüche mit der typischen Dislokation und knöcherner Ankylose des Fussgelenks.

Fig. 208.



Fractur des Condyl. ext. des Humerus geheilt mit Luxation der Vorderarmknochen und Arthritis deformans.

dass der abgebrochene innere oder äussere Condyl des Femur oder der Tibia in dislocirter Stellung wieder anheilt, so dass eine Genu varum oder valgum zurückbleibt.

Unter den Gelenkbrüchen an der oberen Extremität zeichnen sich namentlich die des Ellbogengelenks dadurch aus, dass sie sehr häufig in Folge mangelhafter Reposition und Retention der Gelenkenden mit bedeutender Difformität und Gebrauchsstörung zur Heilung gelangen. Es sei namentlich an die nicht seltenen Fracturen des Condylus ext. oder int. des Humerus erinnert, bei welchen der abgebrochene Condyl häufig in dislocirter Stellung anheilt, und daher eine secundäre Luxation des Vorderarms zurückbleibt (Fig. 208). Dessgleichen an die T- und Y-Brüche beider Condylen, bei denen gewöhnlich die letzteren an dem Diaphysenfragmente in die Höhe steigen und mit demselben einen Winkel bilden, so dass die Spitze des Olekranon gegen das Diaphysenende anstösst.

Funktionelle Folgen.

§. 365. Die Folgen, welche von der beschriebenen difformen Heilung der Diaphysenfracturen abhängig sind, bestehen in einer entsprechenden Veränderung der Gestalt, Richtung und Länge des Gliedes, welche die Gebrauchsfähigkeit desselben mehr oder weniger stört oder ganz vernichtet. Diese Folgen machen sich am meisten an der unteren Extremität geltend, weil nicht blos die Dislokationen an dieser ausgedehnter und schwerer zu beseitigen sind, sondern auch die zurückbleibenden Funktionsstörungen beim Stehen und Gehen beschwerlicher fallen.

Vor Allem gilt dies bezüglich der Heilung mit Verkürzung, welche an der oberen Extremität keinen Schaden bringt, dagegen an der unteren mehr oder weniger starkes Hinken bedingt, da nur die geringen Grade von Verkürzung sich durch Beckenneigung ausgleichen lassen, während bei jeder stärkeren Verkürzung der Gang mühsam und auffällig ist. Wie wir gesehen haben, sind es am häufigsten die Oberschenkelfracturen, welche mit bedeutender Verkürzung zur Heilung gelangen, indem letztere nicht selten mehr als 5, zuweilen 10—20 cm und darüber beträgt. Sind nun auch derartige Verkürzungen durch die moderne Extensionsbehandlung entschieden viel seltener als früher geworden, so kommen sie doch immer noch hie und da, sei es durch Schuld des Arztes oder Patienten, zur Beobachtung.

§. 366. Von Wichtigkeit für die Frage dieser Verkürzung ist die neuerdings vielfach constatirte Thatsache, dass die Mehrzahl normaler unterer Gliedmassen eine Verschiedenheit in der Länge zeigt. Nach den zahlreichen Untersuchungen von Hunt[1]), Cox[2]), Wight[3]), Roberts[4]), Garson[5]) und Dwight[6]) ist öfters die linke Extremität

[1]) Amer. Journ. of med. sc. Jan. 1879.
[2]) Ibid. April 1875.
[3]) Arch. of clin. surg. Febr. 1877. — Uebers. von P. Kretzschmar. Zeitschrift f. prakt. Med. 1878. Nr. 28 u. 29.
[4]) Philad. med. Tim. Aug. 3. 1878 (Centralbl. f. Chirurgie. 1878, Nr. 44).
[5]) Journ. of anat. and physiol. July 1879.
[6]) Dwight, Identification of the human skeleton. Boston 1878.

die längere; die Differenz beträgt durchschnittlich 3—5 mm, im Maximum 1—2 cm. Die nach einer Fractur zurückbleibende Verkürzung wird also bald etwas grösser bald etwas geringer ausfallen, je nachdem sie an der ursprünglich kürzeren oder längeren Extremität ihren Sitz hatte.

Wight stellte sehr genaue Messungen der normalen unteren Extremitäten von 102 Individuen an und gelangte zu dem Resultate, dass die Mehrzahl eine Verschiedenheit der Länge aufweist, welche durchschnittlich über ¼ Zoll beträgt, und dass das linke Bein öfter das längere ist, als das rechte.

Roberts fand bei genauer Messung an 8 Skeletten Längendifferenzen von ⅛—¾ Zoll.

Garson machte die Untersuchung an 70 Skeletten von verschiedenen Lebensaltern, und fand nur an 7, also in 10 Procent der Fälle, gleiche Länge der ganzen Extremität und nur an zweien hievon gleiche Länge der Ober- und Unterschenkel beider Seiten, während in den übrigen 5 Fällen compensirende Längendifferenzen beider Knochenpaare vorhanden waren. In 25 Fällen (35,8 Procent) war das rechte Bein länger als das linke um durchschnittlich 3,3 mm, im Maximum 8 mm; in 38 Fällen (54,8 Procent) war das linke Bein länger als das rechte um durchschnittlich 4,8 mm, im Maximum 13 mm.

§. 367. Endlich verdient noch eine weitere Thatsache Erwähnung: dass nämlich im kindlichen Alter die nach Fracturen zurückbleibende Verkürzung durch gesteigertes Längenwachsthum des Knochens ganz oder theilweise ausgeglichen werden kann. Allerdings liegen bisher nur wenig sichere Beobachtungen hierüber vor, denn ich konnte nur die folgenden 6 Fälle sammeln, welche meist Kinder von 5—7 Jahren mit Oberschenkelfracturen betreffen, bei denen eine Verkürzung von 2—3 cm innerhalb einiger Monate sich ausgeglichen hat.

Baizeau[1]) machte die Autopsie eines 4—5jährigen Kindes, welches 30 Tage vorher eine Fractur des Oberschenkels erlitten hatte und an einer interkurrenten Krankheit gestorben war. Die Fractur war consolidirt und die beiden Oberschenkelknochen bis auf 1 mm gleich lang, trotzdem eine beträchtliche Uebereinanderschiebung der Fragmente bestand.

Herpin[2]) beobachtete in 2 Fällen bei Kindern von 5—6 Jahren nach Oberschenkelbrüchen Verkürzung von 3 cm, welche innerhalb eines Jahres sich ausgeglichen hatte.

Letenneur[3]) behandelte einen jungen Menschen von 18 Jahren mit einer offenen Splitterfractur des Unterschenkels, bei welcher die Resektion der Bruchenden und Knochennaht vorgenommen wurde. Die Verkürzung betrug anfangs nach der Operation 7 cm und verminderte sich allmälig innerhalb eines Jahres bis auf 2 cm (?).

Weinlechner und Schott[4]) beobachteten einen Knaben von 5 Jahren, der sich eine offene Fractur in der Mitte des Oberschenkels zugezogen hatte und nach 7 Wochen mit einer Verkürzung von ½ Zoll geheilt entlassen wurde. Bei einer neuen Untersuchung nach weiteren 7 Wochen zeigte sich die Verkürzung bei genauester Untersuchung vollständig ausgeglichen.

Fischer[5]) beobachtete ein 7jähriges Kind, bei welchem 14 Wochen nach einer Fractur des Oberschenkels eine Verkürzung von 3¼ cm zurückgeblieben war. Nachdem nun 3 Monate lang Extension angewandt war, betrug die Verkürzung nach 1½ Jahren kaum noch 1 cm. — Fischer hat in dergleichen Fällen an der difformen Bruchstelle keine Aenderung constatiren können, ist vielmehr der Ansicht, dass die Wachsthumssteigerung fast ausschliesslich das untere Fragment betrifft,

---

1) Gaz. méd. de Paris. 1854. p. 443.
2) Coulon l. c. p. 75.
3) Gaz. des hôpit. 1871. p. 602.
4) Jahrb. f. Kinderheilkunde. 1869. Nr. 3.
5) Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. 1880. XII. S. 55.

so dass die difforme Fracturstelle mit den Callusmassen nach oben rückt und es nun scheint, als habe der Bruch viel weiter nach dem Trochanter zu stattgefunden, als es wirklich der Fall war.

Die Anzahl dieser Mittheilungen wäre vielleicht grösser, wenn die in Hospitälern behandelten Oberschenkelfracturen bei Kindern nach längerer Zeit wieder auf diesen Punkt untersucht werden könnten, oder wenn man, da Irrthümer in der Messung und Täuschungen durch Beckensenkung leicht vorkommen können, häufiger Gelegenheit zur anatomischen Untersuchung in solchen Fällen hätte. Jedenfalls bedarf es aber noch weit zahlreicherer Beobachtungen, um die weiteren Fragen zu entscheiden, wie oft und unter welchen Bedingungen (Alter, Sitz der Fractur, Art der Dislokation) jener Ausgleich der Verkürzung zu Stande kommt. Für die Richtigkeit des Faktums sprechen auch die Experimente an Thieren, welche von Baizeau und Davidson[1]) angestellt wurden und eine merkliche Verlängerung der fracturirten Knochen im Vergleich zu der gesunden Seite ergaben (Davidson fand auch eine gleichzeitige Dickenzunahme des Knochens). Ueberdiess steht ja diese Thatsache durchaus im Einklang mit der bekannten Steigerung des Längenwachsthums bei entzündlichen Processen an der Diaphyse im Kindesalter, welche am intensivsten hervortritt, wenn sich der Entzündungsherd in grösserer Nähe der Epiphysenlinie findet. Wie hier die entzündliche Reizung, führt offenbar auch die traumatische einer Fractur zu gesteigertem Wachsthum an der Epiphysenlinie.

§. 368. Ausser der Verkürzung ist es die Achsenknickung und Achsendrehung, welche noch schwerere Funktionsstörungen im Gefolge haben. Die Achsenknickung bewirkt, abgesehen von der mehr oder weniger sichtbaren Entstellung, eine Störung des Gelenkmechanismus in dem nächsten oder sämmtlichen peripheren Gelenken. Denn durch die Dislokation des unteren Fragmentes wird auch die Richtung seiner Gelenkfläche verändert, es werden daher bestimmte Theile dieses Gelenkes einem stärkeren Druck oder Zug ausgesetzt und die Gelenkbänder der betreffenden Seite gezerrt oder gedehnt, so dass nicht nur die Bewegungen beschränkt und schmerzhaft sind, sondern auch unter Umständen Diastasen und Subluxationen zu Stande kommen. Auf diese Weise entstehen an den unteren Extremitäten veränderte Belastungsverhältnisse und mannigfache Belastungsdifformitäten in den peripheren Gelenken, namentlich des Fusses, der in Varus-, Valgus- oder Equinusstellung übergeführt wird. Es leuchtet ein, dass das Auftreten unter diesen Umständen sehr mangelhaft ist, so dass die Fortbewegung oft nur mit Krücken möglich ist.

Nicht minder unheilvoll ist aber auch die Achsendrehung des unteren Fragments mit Auswärts- oder Einwärtsrotation des Fusses, welche bei Ober- und Unterschenkelfracturen zurückbleibt und für welche meist der Arzt allein verantwortlich zu machen ist. Denn lässt sich auch eine leichte Rotation des Fusses durch Beckendrehung ausgleichen, so macht doch eine vollständige Aus- oder Einwärtsdrehung das Gehen äusserst mühsam und beschwerlich.

---

[1]) Dublin Journ. of med. sc. 1883. I. p. 523.

§. 369. Endlich sind noch die schädlichen Folgen zu erwähnen, welche bei schlecht geheilten Fracturen durch die vorstehenden Bruchenden selbst hervorgerufen werden.

Zunächst kommt es vor, dass ein oberflächliches spitzes Bruchende gegen die Haut scharf hervorragt, dieselbe spannt und bei Bewegungen zerrt, oder sogar dieselbe perforirt und eine nicht zu beseitigende Ulceration unterhält. Derartige Fälle werden am häufigsten am Unterschenkel beobachtet, zuweilen auch am Oberarm. Ein charakteristisches Beispiel sah ich kürzlich bei einer geheilten Unterschenkelfractur, bei welcher das obere nach innen verschobene Bruchstück mit einer scharfen Spitze die Haut durchbohrt hatte und mehrere Centimeter weit hervorstand.

Ferner wird zuweilen durch ein in die umgebenden Weichtheile prominirendes Bruchende eine schädliche Compression des benachbarten Nervenstammes bewirkt; der Nerv wird hiebei über die Kante des vorspringenden Fragments hinüber gespannt und hiedurch verdrängt, geknickt und gezerrt; die Folge des anhaltenden Druckes macht sich theils durch Abplattung und Atrophie des Nerven, theils durch entzündliche Reizung geltend, so dass im ersteren Falle Lähmungserscheinungen, im letzteren neuritische Symptome zu Tage treten. Wie wir bereits früher (§. 318—20) ausführlich nachgewiesen haben, wird eine derartige Nervencompression durch difform geheilte Fracturen am häufigsten am Nerv. radialis bei Brüchen des Humerus, am Nerv. medianus bei Brüchen des unteren Endes des Radius, sowie am Plex. brachialis bei Schlüsselbeinbrüchen mit winkliger Knickung nach hinten beobachtet. Wir haben früher zahlreiche charakteristische Beispiele hiefür angeführt.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass zuweilen auch nach schlecht geheilten Brüchen der Diaphysenenden, also rein extraartikulären Fracturen, das dislocirte Diaphysenfragment in der Art vorspringt, dass es die Bewegungen des benachbarten Gelenks äusserst schmerzhaft macht oder hindert. Am häufigsten beobachtet man dieses Vorkommniss bei schlecht geheilten Fracturen des Humerus und zwar sowohl solchen des chirurgischen Halses mit Emporsteigen des unteren Fragmentes nach innen, als auch nach den supracondylären Fracturen, wenn die Heilung mit Uebereinanderschiebung der Fragmente erfolgt, so dass das Diaphysenende an der vorderen oder hinteren Fläche dicht oberhalb der Gelenklinie einen Vorsprung bildet, der die Bewegungen des Vorderarmes hemmt.

Behandlung.

§. 370. Die Behandlung der schlecht geheilten Knochenbrüche hat zur Aufgabe, die bereits consolidirte Bruchstelle künstlich wieder zu trennen und nun die Heilung in möglichst correkter Stellung herbeizuführen. Auf diese Weise gelingt es in manchen Fällen, die Difformität und Funktionsstörung vollständig zu beseitigen und somit nachträglich noch die Heilung ebenso günstig zu gestalten, wie bei einer ganz correkt consolidirten frischen Fractur. In anderen Fällen gelingt es wenigstens, die fehlerhafte Stellung so weit zu corrigiren, dass die Gebrauchsfähigkeit des Gliedes wesentlich gebessert wird.

In dieser Beziehung geben die schlecht geheilten Diaphysenbrüche der langen Röhrenknochen, welche wir hier allein erörtern, eine ungleich günstigere Prognose, als die der Gelenkenden, sowie der meisten Brüche der übrigen Knochen, weil jene den hier in Betracht kommenden Eingriffen am meisten zugänglich sind.

Die Indikation zu einem operativen Eingriff setzt natürlich einen höheren Grad von Difformität und Funktionsstörung voraus. Handelt es sich beispielsweise um eine mässige Verkürzung in Folge einer längst geheilten Fractur des Ober- oder Unterschenkels ohne anderweitige Beschwerden ausser mässigem Hinken, so kann letzteres theils durch die spontane Beckensenkung, theils durch eine erhöhte Sohle hinreichend ausgeglichen werden. Dagegen ist ein operativer Eingriff bei bedeutender Entstellung und Funktionsstörung unbedingt angezeigt, sobald der Kranke das betreffende Glied nur unvollkommen oder mit Schmerzen gebrauchen kann und sogar in seiner Erwerbsfähigkeit geschädigt ist. Diese Indikation ist unbestritten, zumal jetzt unter dem Schutze der Antiseptik auch die etwa erforderlichen blutigen Eingriffe fast ganz gefahrlos sind.

§. 371. Die Operationsverfahren, welche bei difform geheilten Fracturen in Anwendung kommen, sind theils blutige, theils unblutige, d. h. die künstliche Knochentrennung geschieht entweder ohne oder mit vorgängiger Trennung der bedeckenden Weichtheile. Wir bezeichnen die Verfahren der ersteren Art als Osteoklase oder Refraktion des Callus, bei welcher durch stumpfe Gewalt von neuem eine subcutane Fractur erzeugt wird; die Verfahren der zweiten Art als Osteotomie, bei welcher durch scharfe Instrumente ein offener Knochenbruch bewirkt wird. Ausserdem kommt hie und da die Resektion eines vorstehenden Bruchendes ohne Aufhebung der Continuität des Knochens in Betracht.

Von den beiden genannten Verfahren, der Osteoklase und Osteotomie, ist die erstere früher bei weitem häufiger in Anwendung gezogen worden, während seit der Einführung der Antiseptik die Osteotomie mehr und mehr in Aufnahme gekommen ist. Wenigstens ist in der Zusammenstellung von Gurlt (1861) die Anzahl der Fälle von Osteoklase dreifach grösser als die der Osteotomie, dagegen in meiner Sammlung der neueren Casuistik die Anzahl der antiseptischen Osteotomieen ebenso gross, als die der Osteoklasen. Trotzdem sind natürlich die beiden Verfahren keineswegs als gleichberechtigte Rivalen zu betrachten, vielmehr verdient die Osteoklase in den geeigneten Fällen entschieden den Vorzug.

I. Osteoklase.

Refraktion des Callus.

§. 372. Unter der Bezeichnung Osteoklase fassen wir diejenigen Verfahren zusammen, bei denen die Beseitigung der Difformität durch stumpfe Gewalt ohne Anlegung einer Hautwunde geschieht. Die zur Geraderichtung nothwendige Gewalt hängt natürlich von dem Grade der Festigkeit ab, welche die Vereinigung der Bruchenden

bereits erlangt hat; demgemäss genügt hiezu bald die einfache Händekraft, bald ist die Anwendung besonderer Apparate erforderlich. Unter allen Umständen aber wirkt hiebei ein mehr oder weniger grosser Theil der angewendeten Kraft auf die den Knochen bedeckenden Weichtheile ein, so dass sie bei bedeutender Kraftentwicklung schädliche Druckwirkungen davontragen können.

Hieraus ergibt sich, dass die Indikation der Osteoklase wesentlich von der Festigkeit des Callus abhängt; letztere aber steht wieder im Allgemeinen mit der Zeitdauer des Bestehens der Fractur, der Art der Dislokation und gewissen individuellen Verhältnissen, namentlich dem Lebensalter des Kranken in engem Zusammenhang.

In erster Linie ist natürlich die Zeitdauer des Bestehens der Fractur für die Wahl der Osteoklase maassgebend. Sie ist unbedingt angezeigt, wenn der Callus noch frisch ist, wenn also der für die Heilung der betreffenden Fractur gültige Termin noch nicht oder wenigstens noch nicht lange abgelaufen ist. Zu dieser Zeit besitzt der Callus entweder noch eine gewisse Weichheit und Nachgiebigkeit, oder in etwas späterem Stadium wegen seiner lockeren spongiösen Struktur eine vermehrte Brüchigkeit; auch dauert es ja geraume Zeit, bis die an dem Callus und den Bruchenden sich abspielenden Processe der Osteoporose und Sklerose zu einer definitiven innigen Verschmelzung des alten und neuen Knochens geführt haben. Ist dagegen seit der Consolidation des Bruches lange Zeit, Monate oder Jahre, verstrichen, so ist der Erfolg der Osteoklase unsicher, aber keineswegs unmöglich. Wir haben ja bereits bei der Besprechung der recidiven Fracturen gesehen, dass dieselben hie und da durch geringfügige Gewalteinwirkung selbst noch nach Jahren bewirkt werden. Ebenso lehren die Erfahrungen mit der Osteoklase, dass dieselbe in manchen Fällen noch nach geraumer Zeit, selbst nach Ablauf mehrerer Jahre (in einem Falle von Billroth noch nach 4 Jahren) erfolgreich war. Einen bestimmten Termin für die Osteoklase aufzustellen, ist jedoch unmöglich, da bei den mannigfachen Verschiedenheiten der Fracturheilung die Festigkeit der Bruchstelle im einzelnen Falle zeitlebens eine äusserst ungleiche bleibt, so dass bei schlecht geheilten Fracturen eines und desselben Knochens in dem einen Falle die Refraktion schon nach einigen Monaten nicht mehr gelingt, während sie in dem anderen Falle noch nach Jahren erfolgreich ist.

Von wichtigem Einfluss ist in dieser Beziehung ferner die Art und der Grad der Dislokation, mit welcher der Bruch geheilt ist. Es gilt im Allgemeinen der Satz, dass die knöcherne Verbindung der Fragmente um so weniger fest und ausgedehnt ist, je bedeutender die Dislokation ist. Man findet häufig die sehr stark verschobenen Fragmente nur durch schmale, dünne und poröse Callusbrücken verbunden, die sich ohne Anwendung starker Gewalt zerbrechen lassen. Auch gewährt in der Regel eine winklige Dislokation der Bruchstücke günstigere Aussichten für die Osteoklase, als eine weite Uebereinanderschiebung derselben, da bei ersterer nicht nur die Refraktion, sondern auch die Ausgleichung der Verkürzung besser zu gelingen pflegt. In der That bestand fast in sämmtlichen Fällen unserer Casuistik, in denen die Osteoklase mit Erfolg geübt worden ist, eine mehr oder weniger starke winklige Knickung der Achse. Ebenso leuchtet ein, dass das

Wiederzerbrechen um so eher gelingt, je mehr die Bruchstelle der Mitte des Röhrenknochens nahe gelegen ist.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass auch das Lebensalter insofern für die Wahl der Osteoklase von Einfluss ist, als dieselbe im jugendlichen Alter günstigere Aussichten bietet, als im vorgerückten; denn bei Kindern pflegt die knöcherne Verbindung der Bruchenden weniger fest zu sein, so dass selbst nach langer Zeit die Refraktion häufiger gelingt, als bei Erwachsenen.

§. 373. Je nach dem Grade der erforderlichen Kraftentwicklung und der Art der zu beseitigenden Dislokation wird die Geraderichtung entweder durch einfache Händekraft, oder durch Maschinenzug oder Maschinendruck ausgeführt. Wir werden diese 3 Verfahren etwas eingehender besprechen.

1) Manuelle Osteoklase.

§. 374. Als das einfachste und schonendste Verfahren wird in der Regel die Geraderichtung zuerst mittelst einfacher Händekraft versucht, da erhebliche Nebenverletzungen der Weichtheile hiebei wohl nie zu befürchten sind.

Das Verfahren ist in erster Linie für die frühen Stadien der Consolidation geeignet, wenn der gewöhnliche Heilungstermin noch nicht ganz erreicht oder kaum erst abgelaufen ist. Dann besitzt der Callus noch hinreichende Nachgiebigkeit, um sich durch Händekraft biegen und stellenweise einknicken zu lassen. Diese späte Reposition, das Redressement Dupuytren's, ist oft noch von vollständigem Erfolge begleitet, ohne besonderen Kraftaufwand zu erfordern.

Ausserdem gelingt manchmal die manuelle Osteoklase auch noch nach langem Bestehen des Bruches. Jedoch lässt sich ein bestimmter Termin, bis zu welchem nach Entstehung des Bruches das Wiederabbrechen mit unbewaffneten Händen noch sichere Aussicht auf Erfolg verspricht, nicht aufstellen. Im Allgemeinen darf man wohl den 4. bis 6. Monat als denjenigen Termin bezeichnen, bis zu welchem die manuelle Refraktion in der Regel und nach welchem sie nur ausnahmsweise gelingt.

Zum Belege hiefür mögen folgende Zahlenangaben dienen. Unter den 178 Fällen unserer Statistik, in denen die Osteoklase mit Erfolg zur Anwendung kam, ist sie in 113 Fällen durch Händekraft bewirkt worden [1], und zwar 51mal am Oberschenkel, 31mal am Unterschenkel, 26mal am Vorderarm und 5mal am Oberarm. Unter 85 genau mitgetheilten Beobachtungen finden sich 31, in denen die Operation innerhalb der ersten 4—10 Wochen nach der Fractur ausgeführt wurde, 71 innerhalb der ersten 5 Monate; in den übrigen 14 Fällen gelang die Refraktion 6 Monate bis 2 Jahre nach der Entstehung des Bruchs.

§. 375. Die Technik des Verfahrens ist je nach der Art und dem Sitz der Difformität, sowie nach dem zu erwartenden Widerstand des Knochens eine verschiedene. Unter allen Umständen wird die

---

[1]) Bardeleben (Lehrbuch der Chirurgie. II. S. 382) gibt an, dass unter 21 Fällen von difform geheilten Fracturen, welche von ihm beobachtet worden sind, 16 sich mit den Händen zerbrechen und gerade richten liessen.

Operation durch Erschlaffung sämmtlicher Muskeln in der Narkose sehr erleichtert.

In den leichtesten Fällen, namentlich bei kleinen Kindern und bei vorhandener winkliger Dislokation ergreift der Operateur das gebrochene Glied mit beiden Händen, so dass die beiden Daumen in der Oeffnung des Winkels gegen den Knochen sich anstemmen, während die übrigen Finger auf die Spitze des Winkels aufgesetzt werden. Mit steigender Kraftentwicklung wird zuerst die vorhandene Knickung des Knochens vermehrt, also der stumpfe Winkel bis zu einem rechten oder gar spitzen verkleinert und dann erst die entgegengesetzte Bewegung ausgeführt, bis die Achse des Knochens vollkommen gerade erscheint, während gleichzeitig die beiden Bruchstücke durch Zug und Gegenzug distrahirt werden. Zeigt das Glied nach dem Geraderichten grosse Neigung, wieder in die difforme Stellung zurückzufedern, so wird die angegebene Bewegung bis zur winkelförmigen Knickung nach der entgegengesetzten Seite wiederholt, worauf sich das Glied stets leicht in gerader Richtung erhalten lässt.

Bei stärkerem Widerstande wird das Glied mit der offenen Seite der winkligen Knickung auf eine gut gepolsterte schmale Unterlage, etwa den oberen Rand einer Stuhllehne aufgelegt; mit beiden Händen werden nun die Enden des gebrochenen Knochens ergriffen und mit aller Kraft nach abwärts gedrückt; oder man stemmt das vorgestreckte Knie gegen die Bruchstelle und bricht den Knochen wie einen Holzstab über dem Knie ab.

Ist noch stärkere Kraftentwicklung erforderlich, so wird der Kranke so mit dem gebrochenen Gliede auf einen Tisch gelegt, dass letzteres mit der Bruchstelle genau bis an den Tischrand reicht und der ganze periphere Theil der Extremität frei über den Rand hinausragt. Während nun das obere Fragment gehörig fixirt wird, drückt der Operateur das untere kräftig nach abwärts, erst stätig, dann ruck- und stossweise, wobei die Händekraft durch die Last des Körpergewichts unterstützt wird. Gleichzeitig empfiehlt es sich durch mehrere Gehülfen eine kräftige Extension und Contraextension ausüben zu lassen.

Führen die geschilderten Manöver nicht zum Ziele, so kann man das von Bardeleben[1]) wiederholt mit Erfolg angewendete Verfahren versuchen. Es besteht darin, durch Angypsen von Schienen die Hebelarme, an denen man beim Zerbrechen mit den Händen wirkt, nach Bedürfniss künstlich zu verlängern, wodurch man die Gewalt ungemein erhöht, ohne die Weichtheile durch stärkeren Druck zu gefährden. Von grösster Bedeutung ist dieses Hülfsmittel, wenn das eine Bruchende sehr kurz ist, wie beispielsweise bei einer Fractur des Unterschenkels oberhalb des Fussgelenks.

Das obere Ende einer starken, 60—80 cm langen Holzschiene wird mittelst eines sehr dicken, wohlgepolsterten Gypsverbandes an dem untersten Theile des Unterschenkels und dem Fusse befestigt, wobei das Fussgelenk zugleich unbeweglich gemacht wird, die ehemalige Bruchstelle aber frei bleibt. Nach völliger Erhärtung des Gypsverbandes ergreift der Operateur, während ein Gehülfe den Unterschenkel gegen ein untergeschobenes derbes Polster fest andrückt, das freie Ende der Schiene und vermag nun mit der einen Hand den Callus unter krachendem Geräusch

---

[1]) Bardeleben, Lehrbuch der Chirurgie. II. S. 382.

zu zerbrechen. Glaubt man sich auf die Hände des Gehülfen nicht in jeder Beziehung verlassen zu können, so empfiehlt es sich, auch oberhalb des zu zerbrechenden Callus einen analogen Gypsverband anzulegen. Es kann sogar, namentlich am Oberschenkel, bei Brüchen oberhalb der Mitte rathsam sein, eine lange Holzschiene miteinzugypsen, an welcher das obere Bruchstück leicht festgehalten werden kann.

§. 376. In dem Moment, in welchem das Abbrechen erfolgt, fühlt man bei kleinen Kindern oder frischem Callus eine feine Crepitation und weiches Nachgeben der Fractur, bei Erwachsenen und älterem Callus ein helles trockenes Krachen und plötzliche Beweglichkeit der Fragmente. Die Trennung erfolgt fast immer an der früheren Bruchstelle selbst, inmitten der fühlbaren Callusmasse, nur ausnahmsweise in unmittelbarer Nähe derselben.

§. 377. Die Reaktionserscheinungen sind gewöhnlich ausserordentlich geringfügig und beschränken sich auf eine leichte Anschwellung und Schmerzhaftigkeit der Bruchstelle, welche nach einigen Tagen wieder ganz verschwindet. Nur in ganz seltenen Fällen sind üble Zufälle beobachtet worden, wie in einer Beobachtung von V. Bruns [1]) Abscessbildung an der Bruchstelle, sowie in einem Falle von Fergusson [2]) das Zurückbleiben einer Pseudarthrose.

§. 378. Die Nachbehandlung gestaltet sich gleichfalls sehr einfach. Am besten wird sofort nach der Refraktion, womöglich noch in der Narkose ein geeigneter Contentivverband, gewöhnlich ein Gypsverband angelegt. Besteht Neigung zur Uebereinanderschiebung der Fragmente fort, wie namentlich bei den Oberschenkelfracturen, so wird ein Extensionsverband gewählt, der mit einem circulären Gypsverband oder einem Gypshanfschienenverband combinirt werden kann. Besondere Aufmerksamkeit ist natürlich während der Heilungszeit darauf zu richten, dass nicht bei etwaigem Lockerwerden des Verbandes sich wieder eine Dislokation einstellt; es muss desshalb bisweilen eine mehrmalige Erneuerung des Verbandes bis zur Consolidation stattfinden.

2) Osteoklase mittelst Maschinenzug.

Gewaltsame Streckung.

§. 379. Eine andere Methode der Osteoklase, welche in Deutschland namentlich von A. Wagner geübt und empfohlen worden ist, besteht darin, dass die Refraktion allein durch gewaltsame Extension und Contraextension mittelst besonderer Extensionsapparate bewirkt wird. Am häufigsten bedient man sich des bekannten Schneider-Mennel'schen Apparats, zuweilen auch des Flaschenzugs, oder des in Amerika gebräuchlichen Jarvis'schen Adjusters.

Das Verfahren bewirkt eine allmälige Dehnung und Zerreissung der die Bruchstücke verlöthenden Callusbrücken und ist bei vorsichtiger Anwendung als wirksam, schonend und ungefährlich zu bezeichnen. Dasselbe eignet sich vorzugsweise für Oberschenkel-

[1]) Deutsche Klinik. 1861. S. 140.
[2]) Med. Tim. and Gaz. Vol. 17. p. 61.

Fracturen, welche mit Uebereinanderschiebung der Fragmente geheilt sind, und zwar um so eher, je frischer die Fractur noch ist. Zuweilen ist auch nach gelungener manueller Osteoklase die nachträgliche Anwendung der genannten Apparate noch erforderlich, um die durch Händekraft nicht zu beseitigende Verkürzung auszugleichen.

Unsere Statistik weist im Ganzen 31 Fälle auf, in denen die gewaltsame Streckung mittelst Extensionsapparaten gelungen ist; davon kommen 28 auf Oberschenkel-, nur 3 auf Unterschenkelfracturen. Beinahe in der Hälfte der Fälle geschah die Refraction innerhalb der ersten zwei Monate nach der Entstehung des Bruchs, also noch vor Ablauf der mittleren Heilungsdauer der Oberschenkelfracturen; ausserdem 5mal im 3., 3mal im 4., je 2mal im 5. und 6. und 4mal im 7. Monat nach dem Zustandekommen des Bruches. Ueberdies handelte es sich mehrmals um verzögerte Callusbildung, da noch nach Ablauf von 10—15 Wochen eine geringe abnorme Beweglichkeit constatirt werden konnte.

§. 380. Die Technik des Verfahrens (bei difform geheilten Oberschenkelfracturen) ist bei Anwendung des Schneider-Mennel'schen Apparates folgende:

Der Kranke liegt in tiefer Narkose und horizontaler Rückenlage auf einem Bett oder Tisch innerhalb des Extensionsrahmens. Die Contraextension geschieht mittelst der Gurten, welche unter dem stark gepolsterten Damm hindurchgezogen und gegen den senkrechten Balken am Kopfende des Bettes befestigt sind. Die Extension geschieht mittelst Gurten und Bracelets, welche über den Knöcheln und über dem Knie der betreffenden Extremität angelegt sind und durch Umdrehen eines Zahnrades angespannt werden. Um hiebei einseitige Beckensenkung zu verhüten, ist von A. Wagner am Fussende des Bettes ein zweiter Rollenzug gegenüber dem gesunden Fusse angebracht worden, mit welchem letzterer gleichfalls genügend extendirt werden kann.

Die Wirkung des allmälig und gleichmässig verstärkten Zuges lässt sich daran erkennen, dass entweder der Callus mit hörbarem Krachen zerreist, oder ganz allmälig die Dislocation sich ausgleicht und das Glied sich verlängert. Gewöhnlich ist aber, nachdem die Refraction geschehen, noch die Trennung einzelner gedehnter oder eingeknickter Callusbrücken nöthig, bevor die normale Gestalt des Gliedes erreicht und die Reposition vollständig herbeigeführt ist. Es geschieht dies theils durch direkten Händedruck gegen die Bruchstelle, theils durch Rotations- und seitliche Bewegungen nach verschiedenen Richtungen, oder man bewirkt gleichzeitig eine Knickung durch Gegenstemmen des Knies, ja es ist sogar von Heine die combinirte Anwendung des Schneider-Mennel'schen Apparats und des Osteoklasten empfohlen worden.

Bei der Nachbehandlung liegt die Hauptaufgabe in der Forterhaltung der Extension. In leichten Fällen genügt hiezu ein vom Becken bis zum Fusse reichender Gypsverband, der sofort noch während der Narkose in fortdauernder Extension im Apparate angelegt wird. Bei starker Neigung zu Verkürzung ist ein Gewichtszugverband anzulegen, der nöthigenfalls mit einem Gypshanfschienenverband combinirt wird.

§. 381. Die Erfolge sind meist recht günstig. Die Trennung geht nach den vorliegenden Beobachtungen wohl fast immer an der alten Bruchstelle vor sich, wie namentlich in den 13 von A. Wagner operirten Fällen bestimmt nachgewiesen wurde. Jedoch sah Billroth[1]) bei der gewaltsamen Streckung einer schief geheilten Fractur im unteren Drittel des Unterschenkels die Trennung oberhalb des Callus erfolgen, so dass man letztere erst heilen lassen musste, ehe zur Osteotomie an der Knickungstelle geschritten wurde.

Erhebliche Reaktionserscheinungen pflegen selbst an den Angriffspunkten des Zugs über den Knöcheln und dem Knie nicht einzutreten; die durch die Constriction bewirkte Anschwellung und livide Färbung des peripheren Theils verschwindet nach der Entfernung der Gurten alsbald wieder. Auch die Consolidation ist in allen Fällen, zum Theil in recht kurzer Zeit zu Stande gekommen. Von grösster Wichtigkeit ist aber die Thatsache, dass es in der grossen Mehrzahl der Fälle gelungen ist, Verkürzungen bis zu 10—12—16 cm theils vollständig auszugleichen, theils auf den dritten Theil oder die Hälfte zu reduciren, während nur ausnahmsweise ein Erfolg in dieser Richtung ausgeblieben ist.

3) Osteoklase mittelst Maschinendruck.

§. 382. Das dritte Verfahren der Osteoklase besteht in der Anwendung besonderer Maschinen, welche nach dem Princip des zweiarmigen Hebels den künstlichen Knochenbruch erzeugen. Da hiebei mit der bedeutenderen Kraftentwicklung eine grössere Gefahr der Weichtheilquetschung verbunden ist, kommt dieses Verfahren überhaupt nur dann in Betracht, wenn der Callus bereits eine solche Festigkeit besitzt, dass die Refraktion durch Händekraft oder gewaltsame Streckung nicht gelingt.

Die erwähnte Maschine, „Knochenbrecher“ oder „Osteoklast“ genannt, ist vor 100 Jahren (1783) zuerst von dem württembergischen Wundarzt Bosch construirt und angewandt worden. Sie war in ihrer ursprünglichen Form nichts anderes als eine hölzerne Buchbinderpresse, welche in der Art verwendet wurde, dass der im Winkel geheilte Knochen zwischen die beiden Bretter der Presse eingeschraubt wurde, bis er brach. Seither ist die Bosch'sche Maschine namentlich von Oesterlen, Blasius, Rizzoli, V. Bruns und Taylor vielfach verbessert worden und in neuerer Zeit am häufigsten in Form des Rizzoli'schen Osteoklasten in Anwendung gekommen.

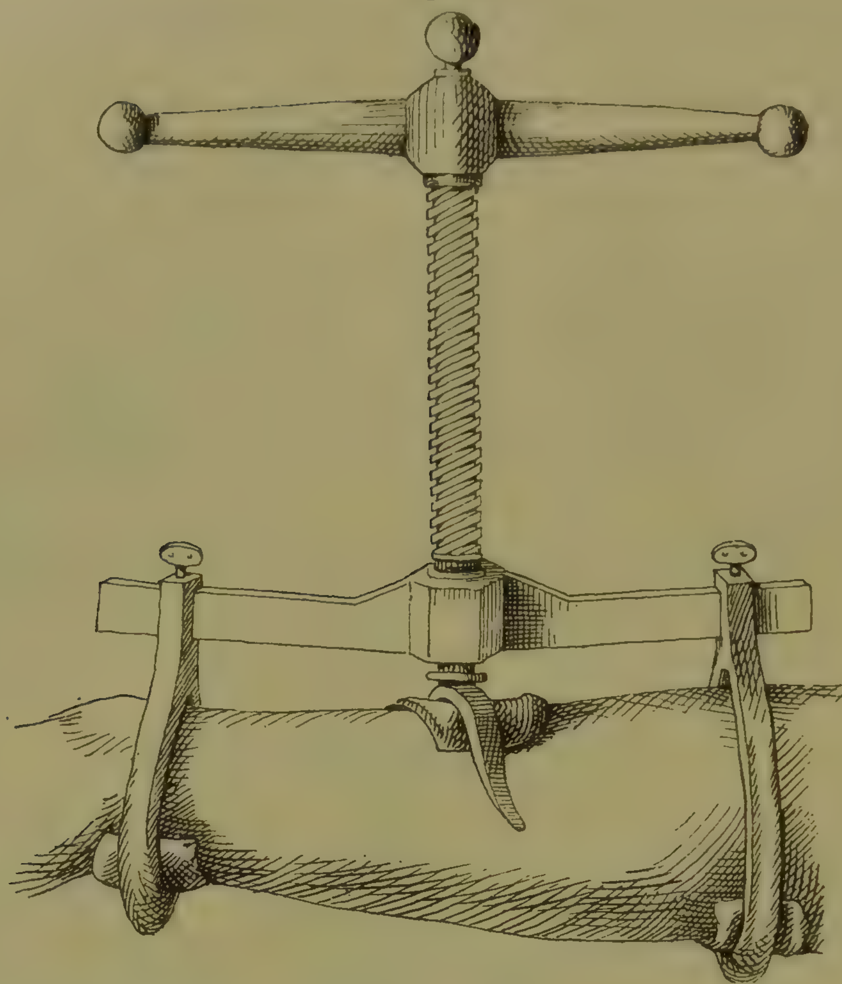
Der Rizzoli'sche Osteoklast (Fig. 209) besteht aus zwei eisernen Ringen, von welchen der eine das untere, der andere das obere Bruchstück umfasst; die Ringe sind durch ein Zapfenloch mit Schraube an einer starken, viereckigen, eisernen Stange befestigt. Die Stange hat in der Mitte eine lange Schraube, welche an dem einen Ende durch eine Kurbel in Bewegung gesetzt wird, während das andere Ende in einen Stahlbogen ausläuft, der die Bruchstelle umfasst.

Um die angewandte Kraftentwicklung zu messen, sind an dem Rizzoli'schen Osteoklasten neuerdings zwei Dynamometer angebracht worden: an einer Skala an der äusseren Oberfläche der Cylinder, welche die zur Kraftbestimmung erforderlichen Federn einschliessen, lässt sich die in jedem Augenblick angewandte Kraft bequem ablesen (Fig. 210).

---

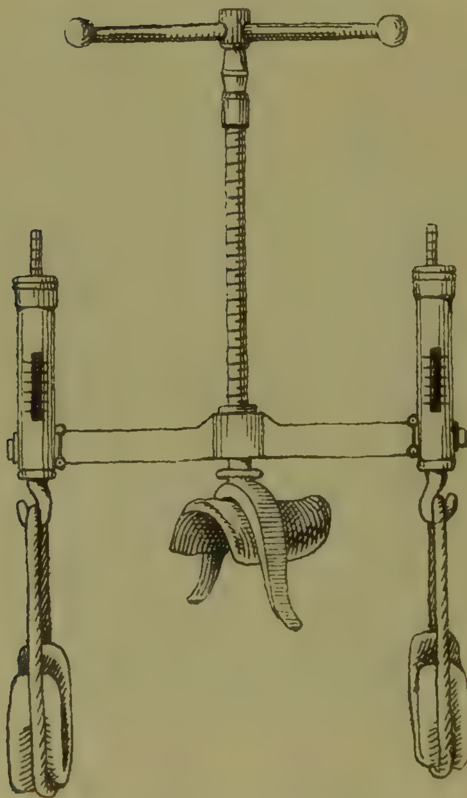
[1]) Billroth, Chirurgische Klinik. S. 493.

Fig. 209.



Osteoklast von Rizzoli.

Fig. 210.

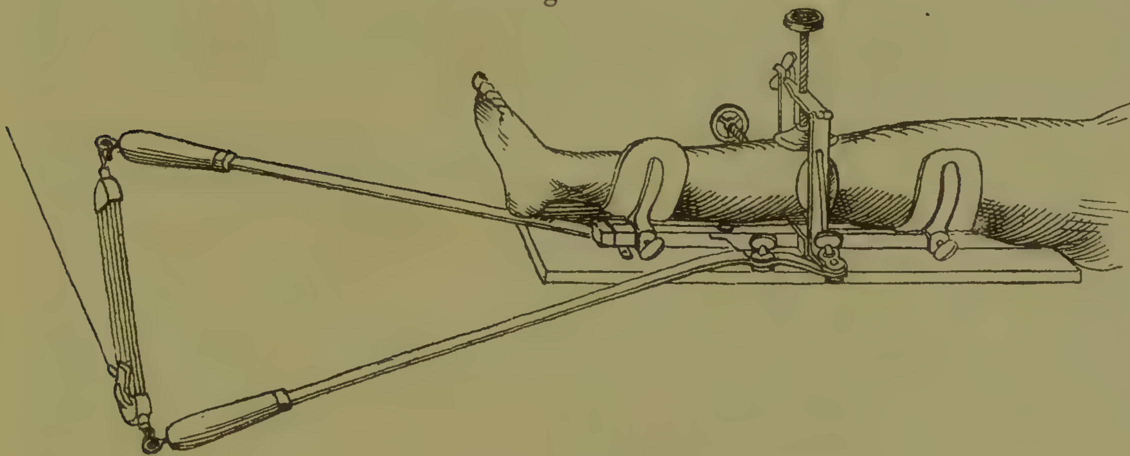


Osteoklast von Rizzoli mit Dynamometer.

Die Anwendung dieses Rizzoli'schen Osteoklasten ist sehr einfach. Zunächst werden die gut gepolsterten Fixationsringe angelegt und durch die Mittelstange verbunden. Nun wird die Schraube angezogen, bis der gleichfalls gut gepolsterte Stahlbogen leicht angedrückt und hiedurch die Maschine selbst an der Extremität fixirt ist. Jetzt erst beginnt man rasch die Schraube durch Umdrehung des Hebels zu bewegen, bis der Knochen meist mit lautem Krachen entzwei bricht. Zuweilen wird die Anwendung der Maschine noch mit gleichzeitiger kräftiger Extension und Contraextension combinirt; Heine empfiehlt, wie erwähnt, sogar die gleichzeitige Anwendung des Schneider-Mennel'schen Apparates.

In den letzten Jahren endlich sind in Frankreich von Collin und Robin zwei Osteoklasten construirt worden, welche, ursprünglich zur Operation des Genu valgum bestimmt, auch wiederholt zur Refraktion schlecht geheilter Fracturen Anwendung gefunden haben (Fig. 211). Beide Apparate, sehr complicirt und kostspielig, sollen den Vortheil gewähren, dass sie nicht nur gegen Weichtheilverletzungen schützen,

Fig. 211.



Osteoklast von Collin.

sondern auch den Knochenbruch mit Sicherheit am genauen Orte der Wahl erzeugen. Sie wirken nämlich nicht durch einfachen Druck auf die Bruchstelle, sondern in der Art, dass während das Glied oberhalb der Stelle, an welcher der Knochenbruch erzeugt werden soll, sicher fixirt ist, der ganze untere Theil des Gliedes mittelst eines langen Hebels seitlich fortbewegt wird.

§. 383. Was die bisherigen Erfahrungen mit der Maschinen-Osteoklase betrifft, so enthält unsere Statistik 34 Fälle, von denen je 16 den Oberschenkel, 15 den Unterschenkel, 2 den Humerus und 1 den Radius betreffen.

Die Operation wurde 18mal innerhalb des ersten halben Jahres nach der Fractur vorgenommen, 3mal nach ½—1 Jahr, je 2mal nach 1 und 2 Jahren und 1mal nach 4 Jahren. Von den verschiedenen Modifikationen der Osteoklasten wurde 12mal der Apparat von Bosch, 9mal der von Rizzoli, je 4mal der von Blasius und Collin verwendet, während die übrigen nur vereinzelt in Anwendung kamen.

In Anbetracht der zum Theil sehr alten und schweren Difformitäten, welche mit dem Osteoklasten erfolgreich behandelt wurden, ist

das Verfahren entschieden als ein sehr wirksames zu bezeichnen, denn bei einer ganzen Anzahl von Ober- und Unterschenkelfracturen wurden nicht blos die winklige Knickung, sondern auch erhebliche Verkürzungen vollkommen beseitigt. Auch ist in keinem hinreichend beglaubigten Falle eine Verletzung der Hauptgefäss- und Nervenstämme des Gliedes, sowie ein tödtlicher Ausgang herbeigeführt worden. Dagegen ist die Befürchtung von Weichtheilverletzungen an den Druckstellen, welche von vornherein am nächsten liegt, doch nicht ganz unbegründet. Denn abgesehen von leichten Excoriationen, geringfügigen subcutanen Extravasaten und Sugillationen der Haut, welche häufig zu entstehen pflegen, aber für den Heilungsverlauf ohne Belang sind, sind unter unseren 33 Fällen 2mal schwere Verletzungen an den Druckstellen gefolgt.

In dem einen Falle von Bouilly[1]) handelte es sich um eine mit der typischen Difformität geheilte Fractur des unteren Endes des Radius, welche mittelst des Collin'schen Osteoklasten bei einer Kraftentwickelung von 120 kg wieder abgebrochen wurde. Es erfolgte eine heftige Reaktion mit Sehnenscheidenentzündung sämmtlicher Sehnen und Parese des N. medianus, welche trotz beseitigter Difformität schwere Funktionsstörungen zurückliess.

In dem anderen Falle von Socin[2]) wurde eine mit winkliger Knickung und Verkürzung geheilte Fractur in der Mitte des Unterschenkels nach Jahresfrist mit dem Rizzoli'schen Osteoklasten wieder getrennt. Es entwickelte sich an der Druckstelle erst Hautgangrän, dann Erysipel und schwere Phlegmone am Unter- und Oberschenkel, so dass die Heilung lange verzögert wurde.

Ausserdem ist aber noch gegen die Anwendung des Osteoklasten — vielleicht mit Ausnahme der Apparate von Collin und Robin — einzuwenden, dass zuweilen der künstliche Knochenbruch nicht wieder an derselben Stelle im Callus, sondern in der Nähe desselben erfolgt, sowie der Umstand, dass auch mit dem Osteoklasten die Refraktion nicht immer gelingt. Dies gilt zunächst für die difform geheilten Brüche in der Nähe der Gelenkenden; denn je mehr sich die Stelle, an welcher der Knochen gebrochen werden soll, dem Ende desselben nähert, um so mehr wird der Hebelarm verkürzt und der Druck gegen die Weichtheile in gefährlicher Weise gesteigert. Ebenso ist der Callus zuweilen ungewöhnlich voluminös und sklerosirt; er widersteht selbst einem sehr starken Druck des Osteoklasten, und nicht selten biegt sich hiebei der Knochen, wie es besonders V. Bruns geschildert hat, in kaum glaublicher Weise, ohne zu brechen. Wie weit aber unter solchen Umständen die Gewalteinwirkung ohne schädliche Weichtheilverletzung gesteigert werden kann, dafür lässt sich zur Zeit kein objektives Maass angeben, weil es an jeder Erfahrung fehlt. Fast unglaublich aber klingt es, wenn kürzlich Mollière[3]) in einem Falle, in dem er einen seit mehreren Jahren schlecht geheilten Oberschenkelbruch mit dem Osteoklasten von Robin ohne Weichtheilverletzung brach, die angewandte Kraft auf mehr als 1500 kg bestimmte, während zur Durchtrennung des Femur bei Genu valgum mit demselben Apparate gewöhnlich 120 kg genügen.

---

[1]) Bullet. de la soc. de chirurgie. T. X. p. 407.
[2]) Jahresbericht der chirurg. Klinik zu Basel für 1872. S. 48.
[3]) D. Mollière, Cal vicieux du fémur. Ostéoclasie sus-condylienne. Guérison. Lyon 1884.

§. 384. Schliesslich ist noch ein anderes Verfahren zu erwähnen, das von Rizzoli[1]) mit der Osteoklase eingeschlagen worden ist. Es besteht darin, bei einer mit starker Verkürzung geheilten Fractur der unteren Extremität denselben Knochen der gesunden Seite mit dem Osteoklast zu zerbrechen und mit einer gleichen Verkürzung heilen zu lassen.

Rizzoli wurde auf dieses Verfahren durch die Beobachtung eines Falles von frischer Oberschenkelfractur bei einem 48jährigen Manne geführt, der vor 20 Jahren eine mit 5 cm Verkürzung geheilte Fractur des anderen Oberschenkels erlitten hatte. Um die gleiche Länge beider Extremitäten zu erzielen, liess er die frische Fractur mit derselben Uebereinanderschiebung der Fragmente zur Heilung gelangen.

Die erwähnte Operation führte Rizzoli in folgendem Falle (im Jahr 1847) aus:

Ein 9jähriges Mädchen hatte in ihrer ersten Kindheit eine Fractur des rechten Oberschenkels unter dem grossen Trochanter erlitten, welche mit einer Verkürzung von 3 cm geheilt war. Um das Hinken zu beseitigen, zerbrach Rizzoli mit seinem Osteoklasten den linken gesunden Oberschenkel im mittleren Drittel, schob die schrägen Fragmente bis zur Ausgleichung der Verkürzung übereinander und erhielt sie durch einen Gummiverband mit Pappschienen in dieser Stellung, bis die Fractur vollkommen consolidirt war. Mit der Herstellung der gleichen Länge der Extremitäten war auch das Hinken beseitigt.

Ausserdem hatte Rizzoli noch einmal (1866) Gelegenheit, bei einem 11jährigen Knaben, der in Folge einer Spontanluxation im Hüftgelenk eine Verkürzung des linken Beines um 6 cm davongetragen hatte, eine zufällig entstandene frische Fractur des rechten Oberschenkels dazu zu verwenden, um durch Uebereinanderschiebung der Bruchstücke eine gleiche Länge der beiden Beine zu erzielen.

Der Rizzoli'sche Plan der Osteoklase des gesunden anstatt des difformen Knochens hat eine verschiedene Beurtheilung erfahren. Von einer Seite als eine „werthvolle Bereicherung der operativen Chirurgie“ [2]) gepriesen, ist dagegen die Operation wohl mit Recht von den meisten Autoren als unstatthaft verurtheilt worden, wie denn auch der Rizzoli-sche Vorgang seit beinahe vier Decennien keine Nachahmung gefunden hat.

II. Osteotomie.

§. 385. Die Bedeutung der Osteotomie und ihre Stellung zur Osteoklase ist neuerdings theils durch die Ausbildung der subcutanen Methode, theils durch die Einführung der Antiseptik eine total andere geworden, als sie es noch bis vor einem Decennium war. Denn bis dahin war gegenüber der im Allgemeinen gefahrlosen Osteoklase die blutige Knochenoperation mit nicht geringer Lebensgefahr verknüpft, da in ihrem Gefolge die ganze Reihe der accidentellen Wundcomplikationen beobachtet wurde. Ist doch unter 39 von Gurlt (bis zum Jahre 1861) gesammelten Fällen 9mal der Tod erfolgt, einmal durch die Amputation das Leben erhalten und nur 25mal Heilung, meist nach lange dauernder Eiterung erzielt worden. Kein Wunder, dass der blutige Eingriff nur als letztes Hülfsmittel bei sehr schweren und veralteten

---

[1]) Bullet. delle scienze med. di Bologna. Ser. V. Vol. I. p. 270. — Wiener med. Wochenschr. XIX. S. 1238.

[2]) Gussenbauer, Arch. f. klin. Chir. XVIII. Bd. S. 27.

Fracturen zur Ausführung kam, bei denen die Osteoklase nicht zum Ziele führte.

Jetzt ist die Osteotomie nicht gefährlicher als die Osteoklase und wird auch von jedem Chirurgen häufig geübt. Ich brauche nur an die Thatsache zu erinnern, dass der schottische Chirurg Mac Ewen allein 1800 Osteotomieen bei Difformitäten der unteren Extremitäten ausgeführt hat, von denen nur 5 einen tödtlichen Ausgang nahmen, der übrigens in keiner Weise mit der Operation im Zusammenhang stand. Demgemäss ist auch die Zahl der Osteotomieen wegen difform geheilter Fracturen in dem letzten Decennium fast doppelt so gross als die Gesammtzahl der früheren Operationen.

Der grosse Vortheil der Osteotomie besteht eben darin, dass man in jedem Falle und an jeder Stelle des Knochens die Durchtrennung mit aller Sicherheit vornehmen kann. Die Osteoklase dagegen bietet um so grössere Schwierigkeiten, je weiter die Bruchstelle von der Mitte des Knochens entfernt ist, und bewirkt die Trennung nicht immer an der Bruchstelle selbst.

Die Indikationen der Osteotomie und Osteoklase lassen sich demgemäss in folgender Weise zusammenfassen. In frischen Fällen innerhalb der ersten 3—4 Monate (unter günstigen Verhältnissen zuweilen noch viel später) ist die manuelle Osteoklase angezeigt und in der Regel von Erfolg, bei Oberschenkelbrüchen mit starker Verkürzung die gewaltsame Streckung. Bei schweren und veralteten Fällen, namentlich an den Gelenkenden ist der Anwendung des Osteoklasten die Osteotomie vorzuziehen. Eine Einschränkung des letzteren Satzes zu Gunsten des Osteoklasten wird nur dann gerechtfertigt sein, wenn die neuesten Apparate (von Collin und Robin) hinreichend bewährt und soweit verbessert sein werden, dass sie an allen Stellen anwendbar sind.

§. 386. Was die Technik der Operation betrifft, die wir hier nicht bis in's Detail zu beschreiben brauchen, so haben wir zwei verschiedene Verfahren zu unterscheiden, nämlich die lineäre und die keilförmige Osteotomie.

1) Die lineäre Osteotomie

ist in allen den Fällen angezeigt, in denen eine einfache quere, schräge oder longitudinale Durchtrennung der Bruchstelle zur Beseitigung der Difformität genügt.

In den einfachsten Fällen wird die Operation als subcutane Osteotomie, also mit kleinem Hautschnitt ausgeführt. Es gehören hieher die Fälle, in denen eine nicht zu starke winklige Knickung oder eine Achsendrehung durch einfache quere oder schräge Durchtrennung auszugleichen und die Bruchstelle ohne Gefahr von Nebenverletzungen zugänglich ist. Unter dem Schutze der Antiseptik ist diese subcutane Osteotomie ein geringfügiger Eingriff, der stets auf dem Wege der prima intentio zur Heilung führt.

Die Ausführung geschieht am besten mit dem Meissel. Nachdem für den Weichtheilschnitt die Stelle gewählt ist, an welcher die Bruchstelle am oberflächlichsten liegt und Nebenverletzungen am sichersten

zu vermeiden sind, wird ein Bistouri in der Längsachse bis auf den Knochen eingesenkt und der Schnitt nur soweit verlängert, dass er die Breite des zu verwendenden Meissels etwas übertrifft. Neben dem Bistouri wird nun der Meissel gleichfalls in der Längsachse bis auf den Knochen eingeführt und erst auf dem Knochen quergestellt. Die Durchmeisselung des Knochens geschieht in solcher Ausdehnung, dass die noch stehenbleibende Brücke mit Händekraft gebrochen werden kann. Nach sorgfältiger Reposition der Fragmente wird schliesslich ein antiseptischer Verband und in der Regel über diesen sofort ein Gypsverband angelegt. In dieser Weise habe ich eine grosse Zahl Osteotomieen, darunter 3 wegen difformer Fracturen des Ober- und Unterschenkels, ohne jede Reaktion zur Heilung gelangen sehen.

Die subcutane Meisselosteotomie hat die älteren subcutanen Verfahren, nämlich die Brainard'sche subcutane Perforation der Bruchstelle und die Langenbeck'sche subcutane Osteotomie mit Bohrer und Stichsäge ganz verdrängt.

Das Brainard'sche Verfahren besteht darin, von einer kleinen Weichtheilwunde aus den Callus mittelst des Bone perforator an mehrfachen Stellen zu durchbohren, um ihn hierauf leichter zerbrechen zu können. Offenbar ist das Verfahren nicht minder eingreifend, aber weniger wirksam, als die Meisselosteotomie, und die vorliegenden 5 Beobachtungen von Brainard[1], V. Bruns[2] und Hunt[3], von denen 3 den Unterschenkel und 2 den Oberschenkel betreffen, sprechen sehr zu Ungunsten desselben. Denn 2mal gelang das Zerbrechen nicht, 1mal folgte der Tod durch Vereiterung und 1mal wurde der Kranke erst nach grosser Lebensgefahr geheilt.

Bei dem Langenbeck'schen Verfahren wird nach einem kleinen Querschnitt durch die Weichtheile hindurch der Knochen in seiner Mitte durchbohrt und von dem Bohrloche aus mittelst einer Stichsäge in querer Richtung bis auf dünne Brücken der Rinde durchsägt. Das Zerbrechen geschieht nun entweder sofort oder erst nach Ablauf der entzündlichen Reaktion. Langenbeck[4] erzielte mit dieser Operation in 2 Fällen von schlecht geheilten Unterschenkelfracturen einen ziemlich günstigen Erfolg; in einem 3. Falle von Küchler[5] gelang trotz der partiellen Durchsägung des Callus die Geraderichtung nicht.

§. 387. In allen complicirten Fällen wählt man an Stelle des subcutanen Verfahrens die offene Osteotomie mit ausgiebiger Freilegung der Bruchstelle. Denn nur auf diese Weise lässt sich an gewissen Stellen die Gefahr der Nebenverletzung von Gefäss- und Nervenstämmen oder Sehnen sicher vermeiden und zugleich über das gegenseitige Lageverhältniss der Fragmente und die Art ihrer Vereinigung genauere Einsicht gewinnen, um hiernach das weitere Vorgehen zu bestimmen.

Besonders schwierig gestaltet sich dies Vorgehen bei bedeutender Uebereinanderschiebung der Fragmente, wenn es gilt, eine vorhandene Verkürzung, welche schwere Funktionsstörung bedingt, auszugleichen. Man bedient sich hiezu der longitudinalen Osteotomie des Callus: man durchtrennt die die Bruchstücke verbindende Callusbrücke in der Längsrichtung mittelst des Meissels oder der Stichsäge, mobili-

---

[1]) Americ. Journ. of med. sc. 1859. p. 577.
[2]) Deutsche Klinik. 1861. S. 161 (Beobachtung 13, 14, 16).
[3]) Philadelph. med. Tim. Oct. 26. 1872.
[4]) Deutsche Klinik. 1854. S. 329. — Ibid. 1860. S. 177.
[5]) Deutsche Klinik. 1858. S. 380.

sirt nöthigenfalls die Bruchenden durch Abtrennung von Verwachsungen und sucht das untere Fragment soweit herabzuziehen, bis sich die Bruchenden gegeneinander stemmen. Besteht grosse Neigung zur Wiederkehr der Verschiebung, so können die Bruchenden angefrischt und durch die Naht vereinigt werden. Lässt sich dagegen die Uebereinanderschiebung der Fragmente theils wegen ihrer Verwachsungen mit den Weichtheilen, theils wegen der Retraktion der letzteren nicht sofort beseitigen, so wendet man eine allmälig verstärkte Gewichtsextension an, bis die Verkürzung ganz oder grösstentheils ausgeglichen ist. Unter Umständen ist man genöthigt, die Retraktion der Weichtheile durch Sehnen- und Muskeldurchschneidung zu bekämpfen.

Das geschilderte Verfahren der longitudinalen Osteotomie ist in einem Falle von Szumann[1]) mit vollständigem Erfolge ausgeführt worden.

Bei einem 5jährigen Knaben war eine Oberschenkelfractur in Folge einer longitudinalen Dislokation mit 5 cm Verkürzung geheilt und beide Fragmente in einer Ausdehnung von 11½ cm miteinander verwachsen. Da weder kräftige Gewichtsextension, noch der Versuch der Osteoklase gelang, so wurde der ganze Callus subcutan mit der Stichsäge in der Längsrichtung durchsägt. Gleich nach der Operation liess sich das Bein vollständig strecken. Nachdem zuerst Gewichtsextension angewendet und dann ein Gypsverband angelegt worden war, wurde der Knabe am 50. Tage nach der Operation vollständig geheilt und mit gleich langen Beinen entlassen.

Mit gleich günstigem Erfolge habe ich[2]) die longitudinale Osteotomie in 2 Fällen von veralteter Absprengung der oberen Epiphyse des Humerus ausgeführt, welche mit so starker Dislokation geheilt waren, dass sie die Bewegung des Armes in hohem Grade beeinträchtigte.

Die beiden Fälle betrafen einen Knaben von 10 und einen jungen Mann von 24 Jahren, welche sich die genannte Verletzung durch einen Sturz aus der Höhe zugezogen hatten. Bei beiden war bereits eine knöcherne Vereinigung mit derselben Dislokation zu Stande gekommen: das Diaphysenende war nach oben und innen emporgestiegen, die Epiphyse hatte eine Drehung um einen rechten Winkel gemacht, so dass ihre horizontale Trennungsfläche senkrecht mit der äusseren Seite des Diaphysenendes durch eine Callusbrücke verbunden war. In beiden Fällen wurde nach Freilegung der Bruchstelle durch einen vorderen Längsschnitt die Callusbrücke in longitudinaler Richtung durchgemeisselt; jedoch gelang die Reposition erst, nachdem von dem Diaphysenende ein Stück von 1,5 cm resecirt worden war. Vollständige Wiederherstellung der freien Beweglichkeit des Armes. Bei dem Knaben hat die nunmehr 3jährige Beobachtung seit der Operation gezeigt, dass das Wachsthum des Humerus gleichen Schritt mit dem der gesunden Seite gehalten hat.

2) Die Keil-Osteotomie.

§. 388. Dieselbe ist dann vorzuziehen, wenn die winklige Knickung so stark ist, dass nach einfacher Quertrennung die Geraderichtung und Coaptation der Bruchenden nicht gelingt. Denn in veralteten Fällen haben sich in der Oeffnung des Winkels die Weichtheile zuweilen so retrahirt, dass sie der Geradestreckung einen unüberwindlichen Widerstand entgegen stellen, oder es ist nach der Geraderichtung die keilförmige Spalte zwischen den Fragmenten so gross, dass sich letztere nicht coaptiren

---

[1]) Breslauer ärztl. Zeitschr. 1879. Nr. 8.
[2]) Beiträge zur klin. Chirurgie. Herausgeg. von P. Bruns, Bd. I. S. 241.

lassen. Es muss desshalb aus der Bruchstelle ein entsprechender Knochenkeil entfernt werden, dessen Basis aus der Convexität des Winkels entnommen wird, während seine Spitze in der Biegung des Gliedes liegt.

Derartige Keilexcisionen leisten nicht nur bei Difformitäten an dem Mittelstück, sondern namentlich auch an den Enden der Diaphysen oft vorzügliche Dienste, so besonders bei den Malleolenbrüchen mit starker Abduktionsstellung des Fusses. Je nachdem hiebei nur einer oder beide Knochen gebrochen, genügt die Keilexcision aus dem gebrochenen Knochen, oder es muss die Keilosteotomie des einen Knochens mit der Osteoklase oder lineären Osteotomie des anderen combinirt werden. Derartige Operationen sind in unserer Casuistik in grosser Anzahl vertreten. Uebrigens habe ich kürzlich in einem solchen Falle von Doppelbruch der Malleolen mit sehr starker Knickung und Abduktionsstellung durch die einfache lineäre Osteotomie der Tibia und Fibula einen vollkommenen Erfolg erzielt.

Die Ausführung geschieht so, dass an einer ohne Verletzung wichtiger Theile zugänglichen Stelle und womöglich an der convexen Seite der Difformität, ein Längsschnitt über die ganze Ausdehnung des Winkels bis auf den Knochen gemacht wird. Das Periost wird im Zusammenhang mit den übrigen Weichtheilen abgelöst und nun ein Keil von entsprechender Breite in der angegebenen Richtung aus dem Knochen ausgemeisselt oder mit der Stichsäge ausgesägt. Der Keil wird entweder aus der ganzen Dicke des Knochens, oder gewöhnlich besser in der Art entnommen, dass an der Spitze desselben eine Brücke stehen bleibt, welche mit der Hand gebrochen wird, um nicht nur die Continuität des Periostes, sondern auch die benachbarten Weichtheile zu schonen. Die Geraderichtung wird entweder sofort oder erst nach Ablauf von 8—10 Tagen vorgenommen, wenn die Wunde grösstentheils geheilt ist. Zuweilen ist bei grosser Neigung zur Wiederkehr der Dislokation die Knochennaht nöthig, um die Knochenwundflächen coaptirt zu erhalten. Der antiseptische und Contentivverband ist derselbe wie bei einer frischen complicirten Fractur.

§. 389. Noch ein anderes Verfahren mag an dieser Stelle kurze Erwähnung finden, welches von A. Mayer[1]) vorgeschlagen worden ist, um erhebliche Verkürzungen auszugleichen. Dasselbe besteht in der Ausschneidung eines der Verkürzung entsprechenden Stückes aus dem Femur der gesunden Seite. Mayer hat diesen Weg zwar nicht bei difformen Fracturen, aber in 2 Fällen von congenitaler und spontaner Hüftluxation mit 2 Zoll Verkürzung eingeschlagen, ohne wohl mit Recht Nachahmung gefunden zu haben.

§. 390. Ueber die bisherige Anwendung der Osteotomie bei schlecht geheilten Fracturen und ihre Resultate gibt unsere Statistik folgende Aufschlüsse.

Sie umfasst insgesammt 122 Fälle, von denen auf die obere Extremität nur 12 Fälle kommen, nämlich 5 auf den Humerus und 7 auf den Vorderarm (meist unteres Ende des Radius), dagegen auf die untere Extremität 110 Fälle und zwar

---

[1]) Deutsche Klinik. 1856. S. 170.

26 auf den Ober- und 84 auf den Unterschenkel. Letztere vertheilen sich auf die einzelnen Abschnitte des Unterschenkels so, dass unter 55 Fällen mit bestimmter Angabe hierüber 39 auf das untere Drittel, 12 auf das mittlere und 4 auf das obere Drittel kommen.

Bezüglich der Resultate lassen sich nur die aus dem letzten Decennium stammenden 70 Fälle von antiseptischer Osteotomie verwerthen. Unter denselben sind 38 lineäre und 32 Keilosteotomieen verzeichnet. Die Heilung kam in 66 Fällen ohne erhebliche Störung zu Stande, je 1mal trat Verzögerung und Ausbleiben der Consolidation ein. In 2 Fällen von Schede und Krönlein erfolgte tödtlicher Ausgang.

In dem Falle von Schede[1]) stellte sich nach der Keilosteotomie des Femur bei einem 15jährigen Knaben Erysipel mit Abscessbildung und Vereiterung des Kniegelenkes ein, worauf der tödtliche Ausgang durch Blutung in einen Oberschenkelabscess erfolgte. Der andere Fall betrifft eine Beobachtung von Krönlein[2]) an einem 3jährigen Kinde, welches 8 Tage nach der lineären Osteotomie des Femur wahrscheinlich an Carbolvergiftung starb.

III. Resektion eines vorstehenden Bruchendes.

§. 391. Die difforme Heilung der Fracturen besteht, wie wir oben (§. 369) besprochen haben, in manchen Fällen auch darin, dass bei Uebereinanderschiebung der Fragmente das eine Bruchende in die benachbarten Weichtheile hineinragt und einen anhaltenden Druck oder Reizung auf dieselben ausübt. Bald ist es die Haut, welche von dem Bruchende gespannt oder geschwürig durchbrochen wird, bald ist es ein Nervenstamm, welcher von der Kante des Fragmentes eine Compression erleidet, bald ist es ein Gelenk, welches durch den Vorsprung in seinen Bewegungen gehemmt wird.

Die Behandlung ist meist ebenso einfach wie erfolgreich: die vorragende Knochenpartie wird bis an ihre Basis freigelegt und mit dem Meissel abgestemmt. Besteht ein Geschwür der bedeckenden Haut, so wird dasselbe gleichzeitig excidirt und der Defekt durch die Naht geschlossen.

Handelt es sich um Compression eines Nervenstammes durch das Bruchende, so wird der Nerv freigelegt, von dem Bruchende abgehoben und zur Seite gelagert. Hierauf wird das Periost von dem Knochenvorsprung abgelöst und letzterer abgemeisselt, bis eine ebene, glatte Fläche hergestellt ist. Ueber dieser letzteren vereinigt man die Periostlappen mit einigen Catgutnähten und bringt schliesslich den Nerv wieder in seine Lage zurück. In dieser Weise ist die Operation in einer grösseren Anzahl von Fällen, welche oben (§. 318 bis 320) angeführt wurden, namentlich am Humerus bei Druck auf den N. radialis, am unteren Ende des Radius bei Druck auf den N. medianus, sowie am Schlüsselbein bei Druck auf den Plex. brachialis mit bestem Erfolge zur Ausführung gelangt.

Auch beim Vorstehen eines Bruchendes in der Nähe eines Gelenkes, welches hiedurch in seinen Bewegungen gehemmt wird, ist wiederholt die Abtragung desselben mit Erfolg ausgeführt worden.

---

[1]) Verhandl. der deutschen Gesellschaft f. Chirurgie. 1882. S. 62.
[2]) Arch. f. klin. Chir. XXI. Suppl. S. 245.

Cap. VII.

Verzögerung und Ausbleiben der Consolidation.

(Pseudarthrose.)

§. 392. Während in der Regel die Fracturen der einzelnen Knochen und Knochentheile innerhalb eines ziemlich constanten, durch die Erfahrung festgestellten Zeitraums zur Heilung gelangen, ereignet es sich doch nicht selten, dass geraume Zeit nach Ablauf jenes Termines die knöcherne Verwachsung der Bruchenden nicht zu Stande gekommen ist. Es handelt sich hiebei entweder um eine blosse Verzögerung der Consolidation, so dass bei einfacher Fortsetzung der geeigneten Fracturbehandlung die Heilung selbst nach langer Zeit noch eintritt, oder um ein völliges Ausbleiben der Consolidation, so dass an der Bruchstelle ein sogenanntes falsches Gelenk, eine Pseudarthrose entsteht.

Beide Zustände sind natürlich ihrem Wesen und ihrer Bedeutung nach ausserordentlich verschieden, jedoch lässt sich im Einzelfalle am Lebenden sehr häufig die Unterscheidung nicht machen, wenn nicht etwa ein bestimmtes örtliches Hinderniss der Vereinigung sicher constatirt werden kann. Hiefür gibt auch der seit der Entstehung der Fractur abgelaufene Zeitraum kein sicheres Kriterium, falls nicht etwa mehr als Jahresfrist verflossen ist, da einerseits die einfache Verzögerung der Heilung viele Monate in Anspruch nehmen kann, andererseits erst kurze Zeit bestehende unvereinigte Fracturen bereits in wirklicher Pseudarthrosenbildung begriffen sein können. Ja es kommt sogar vor, dass manche Fracturen schon vom Momente ihrer Entstehung an durch lokale Hindernisse, wie zu weite Entfernung der Bruchenden oder Interposition von Weichtheilen zwischen dieselben, an der Consolidation verhindert sind.

Wegen der Schwierigkeiten dieser differentiellen Diagnostik ist denn auch in den mitgetheilten Beobachtungen die Bezeichnung oft recht willkürlich gewählt und im Allgemeinen der Bezeichnung Pseudarthrose eine ungebührliche Ausdehnung gegeben worden. Lässt sich desshalb auch keine strenge Sonderung der Casuistik durchführen, so werden wir doch bei unserer Darstellung versuchen, die retardirte Consolidation von der wirklichen Pseudarthrose möglichst zu unterscheiden, zumal ja die Behandlung beider Zustände in vielen Punkten eine durchaus verschiedene ist. Ueberdies möchte es sich empfehlen, für alle zweifelhaften Fälle nach Art der englischen Bezeichnung („ununited fracture“) den nicht präjudicirenden Namen „unvereinigte“ oder „nichtconsolidirte“ Fractur (Fractura non sanata) zu wählen.

§. 393. Bei der folgenden Besprechung sehen wir von gewissen intraartikulären Fracturen ab, bei denen die knöcherne Vereinigung häufig oder in der Regel ausbleibt, wie bei der intrakapsulären Fractur des Oberschenkel- und Oberarmhalses sowie der Fractur der Patella und des Olekranon, da die besonderen Verhältnisse bei der Heilung von Gelenkfracturen bereits früher (§. 148—149) Erwähnung gefunden haben. Wir beschränken uns vielmehr auf die unvereinigten Fracturen an den Diaphysen der langen Röhrenknochen, welche von gemeinsamen Gesichtspunkten aus besprochen werden können.

Diese letzteren bieten nicht blos in ätiologischer, sondern auch in therapeutischer Beziehung noch manche Räthsel, die bei der Beobachtung einzelner Fälle ebensowenig wie durch das Experiment zu lösen sind. Nur die Sammlung und Sichtung eines möglichst grossen Beobachtungsmaterials vermag uns der Lösung näher zu bringen, und aus diesem Grunde habe ich die Mühe nicht gescheut, die von Gurlt im Jahre 1861 gelieferte Statistik von 478 Fällen zu vervollständigen und bis auf die neueste Zeit fortzusetzen. Bei der Sammlung der französischen Casuistik hat mir die Statistik von Bérenger-Féraud[1]), bei der der amerikanischen Beobachtungen die Zusammenstellung von Agnew[2]) gute Dienste geleistet. Ausserdem konnte ich noch 26 nicht publicirte Beobachtungen aus der Tübinger Klinik hinzufügen, welche seit dem Jahre 1861 zur Beobachtung gekommen sind[3]).

Meine Statistik umfasst nun eine Gesammtzahl von 1274 Beobachtungen unvereinigter Fracturen der Diaphysen der langen Röhrenknochen, von denen 1131 Gegenstand der Behandlung und 143 nur Gegenstand der Beobachtung waren. Die in neuerer Zeit viel häufiger als früher ausgeführten Pseudarthrosen-Resektionen haben überdies öfter Gelegenheit geboten, einen genaueren Einblick in die pathologisch-anatomischen Verhältnisse zu gewinnen, so dass hiedurch das Studium der ganzen Lehre von der Pseudarthrose wesentlich gefördert worden ist.

Pathologisch-anatomische Verhältnisse.

§. 394. Unsere Kenntniss der pathologisch-anatomischen Verhältnisse der unvereinigten Fracturen ist noch immer eine ziemlich dürftige. Denn offenbar ist bisher das Studium derselben sehr vernachlässigt worden gegenüber den eifrigen therapeutischen Bestrebungen auf diesem Gebiete, welche zur Einführung immer neuer Verfahren der Pseudarthrosenbehandlung geführt haben. Daher ist denn auch früher der Befund der Autopsie, zu welcher die zahlreichen Resektionen und vereinzelten Amputationen bei Pseudarthrosen Gelegenheit boten, sehr häufig gar nicht oder nur sehr unvollständig mitgetheilt. Und doch ist die genauere Kenntniss der verschiedenen anatomischen Formen

---

1) Bérenger-Féraud, Traité des fract. non consolidées. Paris 1871.
2) Agnew, The principles and practice of surgery. Philad. Vol. I. 1878.
3) Die bis zum Jahr 1861 operirten Fälle der Tübinger Klinik sind beschrieben von V. Bruns, Beitrag zur Behandlung schlecht geheilter Beinbrüche (Deutsche Klinik. 1861. S. 171).

nicht consolidirter Fracturen sowohl für die Diagnose als Therapie von entscheidender Wichtigkeit, wenn man bedenkt, dass für diese verschiedenen Formen bald die unschuldigsten Mittel, bald die eingreifendsten Operationen, einschliesslich der Amputation des Gliedes, in Frage kommen.

Vom pathologisch-anatomischen Standpunkte aus unterscheiden wir, indem wir zugleich dem praktischen Bedürfnisse Rechnung tragen, folgende verschiedenen Kategorieen von unvereinigten Fracturen, welche wir der Reihe nach besprechen werden:

1) Verzögerte Consolidation;
   a. verzögerte Callusbildung,
   b. verzögerte Verknöcherung des Callus.
2) Pseudarthrose;
   a. isolirte Vernarbung der Bruchenden,
   b. fibröse Vereinigung der Bruchenden,
   c. Nearthrosenbildung zwischen den Bruchenden.

1) Verzögerung der Consolidation.

§. 395. Im Vergleich zur wirklichen Pseudarthrosenbildung kommt es ungleich häufiger vor, dass die Consolidation mehrere Wochen oder Monate über den gewöhnlichen Heilungstermin sich verzögert und schliesslich bei einfacher Fortsetzung der Fracturbehandlung ohne Anwendung besonderer Mittel zu Stande kommt. Man beobachtet dieses Ereigniss keineswegs blos bei Gegenwart irgendwelcher lokalen und allgemeinen ungünstigen Verhältnisse, sondern auch aus unbekannter Ursache bei einfachen Brüchen ganz gesunder Leute und bei ganz correkter Behandlung.

Die Untersuchung der Bruchstelle nach Abnahme des Fracturverbandes ergibt in diesen Fällen einen verschiedenen Befund, so dass der Verzögerung der Consolidation offenbar zweierlei verschiedene Vorgänge zu Grunde liegen.

§. 396. a. Entweder handelt es sich um eine Verzögerung der Callusbildung: man findet die Bruchstelle noch sehr beweglich und fühlt keine Callusgeschwulst, vielmehr sind die Bruchenden noch fast in demselben Zustande wie unmittelbar nach der Fractur, wenig verdickt und bei stärkerer Berührung und Bewegung schmerzhaft. Dieser Befund scheint am häufigsten bei subcutanen Fracturen der Tibia zu sein, und zwar namentlich solchen, welche von Anfang an nur geringe Erscheinungen an der Bruchstelle darboten und unmittelbar nach der Verletzung mit dem Fracturverband versehen wurden. Vielleicht ist hier die geringe lokale Reizung im Stande, die Callusbildung zu verzögern, wie es in anderen Fällen durch schwere Allgemeinkrankheiten und Schwächezustände des Organismus geschieht. Nur in einem Falle der letzteren Art ist von Curtis[1]) die histologische Untersuchung vorgenommen worden: es handelte sich um einen 42jährigen Mann, der eine subcutane Fractur des Unterschenkels erlitten hatte und 8 Tage darauf von einer Pleuropneumonie befallen wurde, der er nach

[1]) Bullet. de la société anatom. 1872. p. 62.

21 Tagen erlag. An Stelle des äusseren und inneren Callus fand sich nur das Bildungsgewebe der ersten Callusanlage ohne Spur von Verkalkung und Verknöcherung und nur in den tiefsten Schichten unmittelbar am Knochen eine dünne Lage Knorpel, so dass offenbar die Callusbildung durch die hinzugetretene Complikation um mehr als die Hälfte der verflossenen Zeit aufgehalten war.

§. 397. b. Oder es handelt sich um eine Verzögerung der Verknöcherung des Callus, der in normaler Menge gebildet ist. Man findet hier bei der äusseren Untersuchung die Bruchenden von einer mächtigen Callusmasse umgeben und wenig mehr gegeneinander beweglich, so dass nur ein federndes Nachgeben der Bruchstelle zu fühlen ist. Aber die feste knöcherne Consolidation lässt Wochen und Monate auf sich warten. Zuweilen ist auch bei der Abnahme des Fracturverbandes gar keine abnorme Beweglichkeit mehr vorhanden, aber alsbald stellt sich bei den ersten Versuchen das Glied zu gebrauchen eine Verkürzung oder Knickung desselben ein, welche die abnorme Weichheit und Biegsamkeit des Callus verräth. Derartige Beobachtungen sind recht häufig bei Oberschenkelfracturen gemacht worden.

§. 398. Zweifellos liegt in der grossen Mehrzahl der Fälle, in denen die Consolidation der Fractur zur gewöhnlichen Zeit vermisst wird, eine blosse Verzögerung derselben vor, so dass bei consequenter Behandlung derselben meist Heilung erfolgt. Jedoch kann diese Verzögerung auch in wirkliche Pseudarthrosenbildung übergehen, da durch frühzeitigen Gebrauch des Gliedes und fortgesetzte stärkere Bewegungen der Callus wieder ganz resorbirt und in eine bindegewebige Zwischensubstanz umgewandelt werden kann.

2) Pseudarthrose.

§. 399. Man versteht unter Pseudarthrose einen Zustand von abnormer Beweglichkeit an der Bruchstelle, welcher nach abgelaufener Reaktion daselbst stationär geworden ist. Die wesentliche Erscheinung beruht also allein in der Beweglichkeit, einerlei ob, wie der Name vermuthen lassen könnte, die Struktur der Bruchstelle mehr oder weniger einem normalen Gelenke ähnlich ist. Vielmehr findet sich an der Bruchstelle entweder eine isolirte Vernarbung oder fibröse Vereinigung der Bruchenden, oder eine wirkliche Nearthrosenbildung zwischen denselben vor.

a. Isolirte Vernarbung der Bruchenden.

§. 400. Mit diesem Namen können wir diejenige Form der Pseudarthrose bezeichnen, bei welcher die Bruchenden ohne jede Verbindung untereinander bleiben und jedes für sich zur Vernarbung gelangt. Sie kommt offenbar weit häufiger vor als bisher angenommen wurde, da sich in unserer Statistik 56 Fälle finden, in denen dieser Befund durch die Autopsie festgestellt wurde. Hievon kommen 22 auf den Oberschenkel, 18 auf den Oberarm, je 8 auf den Vorderarm und Unterschenkel.

Die Ursache der isolirten Vernarbung der Fragmente ist ge-

wöhnlich in einer weiten Entfernung der Bruchenden von einander zu suchen; sie wird insbesondere durch die Interposition von Weichtheilen zwischen die Bruchenden begünstigt, welche jeden gegenseitigen Contakt derselben unmöglich macht. An den Gliedern mit zwei Röhrenknochen wird ein weiter Abstand beider Fragmente auch wohl dadurch herbeigeführt, dass der eine Knochen einen Bruch mit Substanzverlust erlitten hat, während der andere intakt geblieben oder ohne Verkürzung consolidirt ist. Endlich sind hiezu gewisse Fracturen der Gelenkenden der Röhrenknochen disponirt, bei welchen das abgebrochene Gelenkende eine derartige Inversion erleidet, dass die Bruchfläche des einen Fragmentes mit der intakten Seitenfläche des anderen in Berührung steht, wie z. B. bei einzelnen seltenen Fällen von Bruch des unteren Endes des Oberschenkels. Auch bei den intraartikulären Fracturen ist die isolirte Vernarbung der Bruchenden ein recht häufiges Vorkommniss, wie bereits früher (§. 148) ausgeführt wurde.

§. 401. Der Vorgang der isolirten Vernarbung der Bruchenden beruht in manchen Fällen darauf, dass die Processe, welche normaler Weise zur Vereinigung der Bruchenden führen, vollständig mangeln. Die Bruchenden verharren reaktionslos ziemlich in demselben Zustande, in welchem sie sich beim Zustandekommen der Fractur befanden; sie runden sich ab und werden in Folge des aufgehobenen funktionellen Reizes atrophisch und porotisch, so dass sie sich erweicht, verkürzt und verdünnt zeigen. Die Markhöhle schliesst sich durch Knochenneubildung. Dieser Zustand stellt sich vorzugsweise bei vorhandener Weichtheilinterposition und weiter Entfernung der Fragmente ein.

In anderen Fällen kommt es zwar zur Entwicklung von mehr oder weniger reichlichem Callus, der aber, da die Vereinigung ausbleibt, als überschüssiges Material wieder der Resorption anheimfällt. Die Callusbildung geht hiebei entweder nur von einem oder von beiden Fragmenten aus, so dass sie verdickt oder condylenartig aufgetrieben, oder mit Zacken und Fortsätzen von neugebildeter Knochensubstanz versehen sind.

In dieser Weise fand ich bei einer seit 6 Monaten bestehenden Pseudarthrose in der Mitte des Oberschenkels, welche durch Interposition einer dicken Muskelschichte bedingt war, das obere Fragment durch einen spitz auslaufenden Fortsatz von Callus verlängert, so dass es das Aussehen eines sehr schrägen Bruchendes darbot, während das untere Fragment ohne Auflagerung und abgerundet war. Bei einem ähnlichen Fall von Pseudarthrose der Tibia in Folge von Muskelinterposition fand Schüller[1]) nach 5 Monaten die beiden Bruchenden condylenartig aufgetrieben.

Nach längerem Bestande der Pseudarthrose schwindet die Callusauflagerung vollständig wieder und die Bruchenden atrophiren, falls sie weit von einander abstehen; befinden sie sich dagegen in Berührung, so schleifen sich die Contaktflächen ab und werden zuweilen sogar mit einem Knorpelüberzug versehen.

§. 402. Die auf isolirter Vernarbung der Bruchenden beruhenden Pseudarthrosen zeichnen sich dadurch aus, dass in Folge des Mangels

[1]) Deutsche med. Wochenschr. 1877. Nr. 9.

jeder Verbindung der höchste Grad von Beweglichkeit, eine sogenannte schlotternde Pseudarthrose (Ps. flottante), besteht: zuweilen lässt sich der periphere Theil nach allen Richtungen hin leicht bewegen, so dass der Vergleich mit einem Dreschflegel nahe liegt. In prognostischer Beziehung handelt es sich natürlich um einen vollkommen stationären Zustand, der keiner spontanen Heilung und ebensowenig einer Behandlung durch unblutige Mittel zugänglich ist.

b. Fibröse Vereinigung der Bruchenden.

§. 403. Die weitaus häufigste Form der Pseudarthrose ist diejenige, bei welcher die Bruchenden durch eine fibröse Zwischensubstanz verbunden sind, welche bald aus lockerem fibrillärem Bindegewebe, bald aus einem derben Pseudoligament, zuweilen mit Einschluss von Knorpelinseln besteht.

An den Bruchenden finden sich in den früheren Stadien der fibrösen Pseudarthrose theils spärliche, theils reichliche Auflagerungen von Callus, welche hie und da sogar in deutlicher Weise eine brückenförmige Vereinigung derselben herzustellen streben. Mit dem längeren Bestande der Pseudarthrose wird diese Callusproduktion resorbirt, zugleich auch die scharfen Bruchkanten abgerundet und der geöffnete Markkanal an beiden Fragmenten durch eine dünne oder dickere Schichte von neuem Knochen geschlossen. Allmälig verfallen die Bruchenden einer fortschreitenden Atrophie, nehmen eine konische und in den höchsten Graden sogar dünne zugespitzte Form an.

Die fibröse Zwischensubstanz geht wohl meist aus dem zwischen den Bruchenden neugebildeten Gewebe hervor, in welchem die Verknöcherung ausgeblieben ist, zuweilen wird dieselbe vielleicht auch von benachbarten fibrösen Theilen, wie Zwischenknochenbändern. Muskelscheiden u. s. w. gebildet. Dieselbe ist bald locker, bald derb und fest; bald kurz und straff, bald lang und dehnbar; bald ist nur ein einziges Ligament, bald mehrere mit besonderen Anheftungspunkten vorhanden.

§. 404. Dieses verschiedene Verhalten der Zwischensubstanz hängt vorzugsweise mit dem verschiedenen Lageverhältniss der Bruchenden zusammen, das folgende drei Varietäten unterscheiden lässt.

In der grossen Mehrzahl der Fälle sind die Fragmente übereinander geschoben. Liegen dieselben hiebei parallel neben einander, so berühren sie sich nur mit den Seitenflächen, während die Bruchflächen, wenn es sich nicht etwa um sehr steile Schrägbrüche handelt, ganz ausser Contakt sind; die fibröse Zwischensubstanz verbindet dann nur die anliegenden Seitenflächen. Besteht dagegen gleichzeitig eine Verschiebung nach der Achse, das sogenannte Reiten der Fragmente, so steht die Bruchfläche des einen Fragments mit der Seitenfläche des anderen in Contakt und fibröser Verbindung. Ausserdem kommt aber daselbst in Folge der Reibung eine periostale Knochenneubildung an der Seitenfläche des betreffenden Fragmentes zu Stande, welches die Bruchfläche des anderen nach Art einer seitlichen Gelenkverbindung aufnimmt (vgl. Fig. 212).

In der zweiten Reihe von Fällen stehen die quer oder schräg

Fig. 212.



Fibröse Pseudarthrose der Ulna.

Fig. 214.



Schlaffe fibröse Pseudarthrose des Humerus.

Fig. 213.



Straffe fibröse Pseudarthrose der Tibia und Fibula.

verlaufenden Bruchflächen ohne erhebliche Dislokation einander gegenüber und sind direkt durch eine straffe oder lose bindegewebige Zwischenmasse vereinigt (Figg. 213—14).

In der dritten Reihe von Fällen besteht ein weiter Abstand der Fragmente von einander: die Bruchenden stehen einander gegenüber, aber durch eine breite Lücke getrennt, die nur durch einen ligamentösen Strang überbrückt wird. Am häufigsten entsteht dieser Zustand nach Fracturen an zweiknochigen Gliedabschnitten, wenn der eine Knochen einen erheblichen Substanzverlust erlitten hat und die Annäherung der Fragmente dadurch verhindert wurde, dass der Parallelknochen entweder intakt geblieben oder ohne erhebliche Verkürzung consolidirt ist.

§. 405. Bei der geschilderten Mannigfaltigkeit bezüglich der gegenseitigen Lage und Verbindungsweise der Bruchenden zeigen die fibrösen Pseudarthrosen natürlich einen verschiedenen Grad von Beweglichkeit: bald handelt es sich um schlaffe Pseudarthrosen mit freier Beweglichkeit nach allen Richtungen hin, bald um straffe, bei denen kaum eine Spur von Mobilität nachzuweisen ist. In Zusammenhang hiemit steht aber auch der Grad der durch die Pseudarthrose bedingten Funktionsstörung, welche bei der ersten Form bis zur gänzlichen Unbrauchbarkeit sich steigern kann, während sie bei der letzteren oft nur sehr gering ist.

c. Nearthrosenbildung zwischen den Bruchenden.

§. 406. Die seltenste Form der Pseudarthrosen ist diejenige, welche diesen Namen im vollsten Sinne verdient, bei welcher also die Verbindung der Bruchenden eine den normalen Gelenken ähnliche Formation darstellt („falsches Gelenk“). In unserer Statistik ist dieselbe in 42 Fällen anatomisch nachgewiesen, von denen 20 den Oberarm, 8 den Vorderarm, 9 den Oberschenkel und 5 den Unterschenkel betreffen. In allen diesen Fällen handelt es sich um Pseudarthrosen, welche bereits längere oder sehr lange Zeit bestanden, nämlich mindestens ½ Jahr, meist aber mehrere und selbst 12—24 Jahre lang. Ergibt sich schon hieraus, dass die Nearthrose nur allmälig sich aus der unvereinigten Fractur entwickelt, so lässt sich die Ursache derselben in einer andauernden Bewegung der Fragmente gegen einander erkennen, wie denn auch experimentell durch methodische Bewegungen der Bruchenden die Nearthrose erzeugt werden kann. Bemerkenswerth ist auch, dass diese Form fast ausschliesslich nach subcutanen Fracturen zu Stande kommt, da unter jenen Beobachtungen nur 4mal eine offene Fractur vorausgegangen war.

§. 407. Betrachten wir als die wesentlichen Bestandtheile eines ächten Gelenkes zwei congruente Knochenenden, welche mit einer Knorpelschichte überzogen und durch ein fibröses mit Synovialhaut bekleidetes Kapselband verbunden sind, so stellen die „falschen Gelenke“ theils nur rudimentäre, theils vollkommene Gelenkbildungen dar, in denen alle wesentlichen Bestandtheile eines Gelenkes mit täuschender Aehnlichkeit nachgebildet sind.

Die beiden Bruchenden sind meist durch Periostcallus verdickt und stehen in genauer und ausgedehnter Berührung; in Folge der beständigen Bewegungen und gegenseitigen Abschleifungen haben sie congruente abgerundete Formen angenommen, welche den Bewegungsachsen entsprechen (Fig. 215). Gewöhnlich sind dadurch, dass an dem einen Bruchende die Abschleifung im Centrum, an dem anderen in der Peripherie vor sich ging, convex-concave Contaktflächen nach Art von Charnier- oder Kugelgelenken entstanden, welche genau aufeinander passen. Diese Formation bedingt einerseits eine freie Beweglichkeit, andererseits eine ziemliche Festigkeit des Gelenks.

Fig. 215.



Pseudarthrose der Ulna mit theils fibröser, theils gelenkartiger Verbindung und Abschleifung der Bruchflächen.

Die Contaktflächen der Bruchenden sind theils glatt und polirt, theils mit einem Knorpelüberzug versehen, der entweder ausgedehnte zusammenhängende Strecken oder nur einzelne Partieen bedeckt. Ob dieser Ueberzug aus Faserknorpel oder ächtem Hyalinknorpel besteht, ist noch nicht sicher erwiesen, da bisher noch keine einzige histologische Untersuchung hierüber bekannt ist. Jedoch lässt sich meines Erachtens nicht daran zweifeln, dass wenigstens bei einzelnen dieser Formationen hyaliner Knorpel vorhanden ist, während allerdings meistens der Ueberzug von Faserknorpel oder derbem dichtem Bindegewebe gebildet wird. Die Genese des hyalinen Knorpels ist dann offenbar so zu erklären, dass der die Bruchflächen überziehende Periostcallus, dessen Anlage ja zum Theil aus Hyalinknorpel besteht, in seiner äussersten Schichte knorpelig bleibt, während der übrige Theil verknöchert; denn das Knorpelgewebe entsteht und persistirt überhaupt da, wo Reibung und Druck der Fragmente gegen einander stattfindet. Hiemit stimmt auch der Befund bei den Nearthrosen nach Gelenkresektionen überein, bei denen die Knochenenden zuweilen mit hyalinem Knorpel, zuweilen mit Faserknorpel oder fibrösem Gewebe überzogen sind. Ueberdiess haben die experimentellen Untersuchungen von Rigal und Vignal (s. u. §. 410) ergeben, dass die oberflächlichen Schichten des knorpeligen Callus, welche nicht verknöchern, anfangs aus embryonalem Knorpelgewebe mit ausserordentlich zahlreichen rundlichen Knorpelzellen bestehen, welche sich später abflachen und parallel der Bewegungsachse reihen, so dass schliesslich fast das genaue Strukturbild des Gelenkknorpels entsteht.

Die durch eine Gelenkspalte geschiedenen Bruchenden werden ringsum eingeschlossen und verbunden durch eine derbe fibröse Gewebsmasse, welche sich von einem Bruchende zum anderen fortsetzt und einer Gelenkkapsel in hohem Grade ähnlich ist (Fig. 216). Sie entsteht aus dem verdickten Periost und neugebildeten Bindegewebsschichten, welche continuirlich unter sich zusammenhängen und mit der Umgebung mehr oder weniger fest verwachsen sind. Die Innenfläche dieser geschlossenen fibrös-periostalen Kapsel ist glatt und wie mit einer Synovialmembran ausgekleidet; dass derselben auch eine Art endothelialen Zellbelages nicht fehlt, ist durch die experimentellen

Untersuchungen von Rigal und Vignal nachgewiesen, welche an der Innenfläche der Kapsel grosse platte Bindegewebszellen fanden, die jedoch keine vollkommen epithelähnliche Anordnung zeigten.

Endlich ist noch zuweilen eine geringere oder grössere Menge einer klaren serös-schleimigen Flüssigkeit in der Gelenkhöhle vorhanden, welche der Synovia durchaus ähnlich ist. Das Vorhandensein einer derartigen secernirenden Membran ist ja überhaupt, wie die accessorischen Schleimbeutel beweisen, nichts Ungewöhnliches, da überall, wo bindegewebige Flächen constant Druck und Reibung erleiden, die sich berührenden bindegewebigen Zellen endothelartig sich abplatten und ein schleimartiges Secret liefern.

Fig. 216.



Nearthrose des Humerus mit Gelenkkapsel und überknorpelten Bruchenden. Nach Stanley [1]).

§. 408. Beweist schon die vorstehende Schilderung zur Genüge, dass die in Rede stehende Form der Pseudarthrose zuweilen vollendete Nachbildungen der normalen Gelenke hervorbringt, so tritt noch eine weitere bedeutsame Analogie darin hervor, dass in diesen falschen Gelenken hie und da Veränderungen auftreten, welche denen bei Arthritis deformans ganz und gar entsprechen. Es finden sich an den Artikulationsflächen die Erscheinungen der Abschleifung oder Usur in Form von polirten elfenbeinartigen Schliffen, sowie an den Rändern derselben warzige Knorpel- und Knochenwucherungen und Randwülste. Ferner zeigen sich in der Kapselwand Knorpel- oder Knochenschalen und an ihrer Innenfläche zotten- und fransenartige Bildungen. Und endlich sind in der Gelenkhöhle zahlreiche freie Gelenkkörper von knorpeliger oder verkalkter Beschaffenheit gefunden

[1]) Stanley, Disease and injury of the bones. London 1849. Pl. XXIII. Fig. 2.

worden, deren Zahl bis zu 40 betragen kann (Fig. 217). Von den hieher gehörigen 7 Beobachtungen, welche ich sammeln konnte, betreffen 4 den Oberarm, 2 den Vorderarm und 1 den Unterschenkel; in allen Fällen hatte die Pseudarthrose schon jahrelang (bis zu 50 Jahren) bestanden.

Fig. 217.



Nearthrose des Humerus mit Arthritis deformans und zahlreichen freien Gelenkkörpern.

Präparat des Museum of the Royal College of Surgeons (nach Hornridge[1]). Pseudarthrose des Humerus nach Fractur vor 4—5 Jahren. Die Bruchenden mit Knorpel überzogen und von einer weiten und losen Synovialkapsel umschlossen, welche eine grosse Anzahl freier knorpeliger Gelenkkörper enthält (Fig. 217).

Beobachtung von Home[2]). Pseudarthrose des Humerus bei einem 68jährigen Manne, seit 4 Jahren bestehend. Die beiden concav-convexen Bruchenden, welche sehr genau aufeinanderpassten, waren stellenweise mit Knorpel bedeckt und zeigten an den Rändern eine Anzahl warziger Hervorragungen. Ein grosser, mit den umgebenden Weichtheilen fest verwachsener und mit synovia-ähnlicher Flüssigkeit gefüllter Sack umgab das Gelenk. 30—40 kleine Körper von Hirse- bis Gerstenkorn-Grösse von runder Form und glatter Oberfläche fanden sich lose in der Höhle; sie waren theils knorpelweich, theils so fest, dass sie sich nicht mit einer Nadel durchstechen liessen.

Beobachtung von Sanborn[3]). Pseudarthrose des unteren Endes des Humerus bei einem 33jährigen Manne, seit 3 Jahren bestehend. Das Gelenk von einer starken Kapsel umschlossen, in welche mehrere kleine Knochenschalen eingelagert sind; die Höhle mit klarer Synovia gefüllt, die Bruchenden mit Knorpel überzogen, das obere ausgehöhlt, das untere knopfförmig abgerundet.

Beobachtung von Heine[4]). Pseudarthrose des mittleren Drittels des Humerus bei einem 53jährigen Manne seit 12 Jahren. Das Gelenk von einer

[1]) Holmes, A system of surgery. Vol. II. p. 80.
[2]) Cit. bei Gurlt l. c. p. 591.
[3]) Amer. Journ. of med. sc. Apr. 1860. p. 339.
[4]) Arch. f. klin. Chir. XXII. S. 489.

starken Kapsel umschlossen, in deren Wand zahlreiche Knochenplatten von verschiedener Form und Grösse bis zu 1 cm Dicke enthalten sind. Innerhalb der Gelenkhöhle 2 Kaffeelöffel voll Synovia. Gelenkfläche des oberen Fragmentes glatt, an vielen Stellen überknorpelt, bildet eine flach ausgehöhlte Pfanne, während das untere verjüngte, mit überknorpelten rundlichen Höckern versehene Fragment eine Art Gelenkkopf darstellt.

Beobachtung von Lenoir[1]). Pseudarthrose des Vorderarms bei einer Frau. Kapsel mit einer glatten Synovialhaut ausgekleidet. Gelenkhöhle enthält mehrere kleine, knorpelige, freie Körper.

Beobachtung von Giraldès[2]). Pseudarthrose im unteren Drittel des Vorderarmes bei einem 60jährigen Manne, seit sehr langer Zeit bestehend. Weite fibröse Kapsel, von Knochenkernen und knorpeligen Platten durchsetzt, an der Innenfläche mit rothen Fransen bekleidet. Bruchenden concav-convex, mit einem Ueberzug von knorpelartigem Aussehen überzogen.

Beobachtung von Berger[3]). Pseudarthrose des Unterschenkels bei einem im Alter von 57 Jahren verstorbenen Manne, seit dem 7. Lebensjahre bestehend. Straffe Kapsel, Artikulationsflächen abgeschliffen und mit warzigen Wülsten, wie bei der Arthritis deformans, versehen. Skelett des ganzen Gliedes im Wachsthum zurückgeblieben, einschliesslich des Beckens, Fuss 6 cm kürzer, Muskulatur nicht atrophisch.

Secundäre Veränderungen.

§. 409. Im Anschlusse an die Schilderung der verschiedenen Formen von Pseudarthrose sind noch die secundären Veränderungen zu erwähnen, welche sich an dem betreffenden Gliede einstellen. Dieselben sind nicht specifischer Art, sondern nur als nothwendige Folgen der durch die Pseudarthrose bedingten Gebrauchsstörung des Gliedes zu erkennen. Sie erreichen desshalb in denjenigen Fällen die höchsten Grade, in denen einestheils eine sehr bedeutende Funktionsstörung oder vollständige Unbrauchbarkeit des Gliedes verursacht ist, anderentheils die Pseudarthrose schon seit sehr langer Zeit, also Jahre oder Jahrzehnte hindurch besteht. Die Kenntniss dieser bisher zu wenig beachteten Folgezustände der Pseudarthrose ist schon insofern von grosser praktischer Bedeutung, als sie den Erfolg der operativen Behandlung zu vereiteln und somit die Pseudarthrose zu einer unheilbaren zu gestalten vermögen.

Die Beeinträchtigung oder Aufhebung des functionellen Reizes hat eine Inaktivitätsatrophie zur Folge, welche sich nicht blos an den Muskeln, sondern auch an den Knochen zu erkennen gibt. Zunächst sind es die Bruchenden, welche einer fortschreitenden Atrophie anheimfallen, so dass sie sich verdünnt und konisch zugespitzt, zugleich erweicht und spongiös zeigen. Eine solche ausgesprochene Atrophie der Bruchenden findet sich in unserer Casuistik in etwa 50 Fällen notirt, in denen die Pseudarthrose länger als 1½ Jahre bestand. Es sind theils Pseudarthrosen mit isolirter Vernarbung der Bruchenden, theils solche mit fibröser Verbindung, während dagegen die eigentlichen Nearthrosenbildungen nicht mit Atrophie, sondern im Gegentheil mit einer condylenartigen Verdickung der Bruchenden einhergehen. Insbesondere scheint die Atrophie durch eine bedeutende Dislocation der Fragmente begünstigt zu werden, wie namentlich durch starke Uebereinanderschiebung und weiten Abstand der Bruchenden bei erheblichem Knochendefekt.

---

1) Mém. de la soc. de chirurgie. T. II. 153.
2) Gaz. des hôpit. 1850. p. 100.
3) Société de chir. 30 déc. 1885.

Noch weit schwerere Folgen sind jedoch bei solchen Pseudarthrosen zu beobachten, welche aus der ersten Kindheit stammen. Die mangelnde Funktion hat hier ein Zurückbleiben im Wachsthum des ganzen Gliedes zur Folge, das im peripheren Theile desselben am meisten ausgeprägt ist. Da es sich fast ausschliesslich um Pseudarthrosen des Unterschenkels und zwar in dessen unterer Hälfte handelt, findet man gewöhnlich den Unterschenkel verdünnt und um 5—10—15 cm verkürzt; an der Bruchstelle besteht meist eine auffällige Difformität und schlotternde Beweglichkeit. Auch der Fuss ist nach allen Dimensionen verkümmert, das ganze Glied zum Stehen und Gehen unbrauchbar. Die auffälligsten Veränderungen bieten die Knochen selbst dar: die Fragmente sind enorm atrophisch, selbst bei Kindern von 10—15 Jahren nur bleistiftdick, mit dünn zugespitzten Enden und bestehen aus einer papierdünnen Rinde mit Fettmark gefüllt. Unsere Statistik enthält eine auffallend grosse Zahl solcher Unterschenkel-Pseudarthrosen, welche aus dem ersten Decennium stammten und zum Theil bis zum Alter von 15—20—30 Jahren bestanden hatten; die Pseudarthrose war theils intra partum, theils in den ersten Lebensjahren acquirirt. Fast ohne Ausnahme blieben alle Fälle trotz vielfacher Heilversuche ungeheilt.

Nachstehend einige frappante Beispiele dieser Art:

Eigene Beobachtung. Mädchen von 8 Jahren mit Pseudarthrose in der Mitte des Unterschenkels, seit der Geburt oder den ersten Lebensmonaten bestehend. Unterschenkel und Fuss im Wachsthum erheblich zurückgeblieben und verkürzt. An der Stelle der Pseudarthrose schlotternde Beweglichkeit und winkelförmige Knickung. Im 2. Lebensjahre Friktion, Ignipunktur, Elektropunktur, später Resektion der Fragmente mit Knochennaht erfolglos; daher wegen Unbrauchbarkeit des Gliedes im Alter von 8 Jahren Amputation des Unterschenkels durch die Zwischensubstanz. Die Fragmente äusserst atrophisch, zugespitzt und durch eine kurze fibröse Zwischenmasse verbunden.

Beobachtung von Ollier[1]). Junger Mensch von 15 Jahren, Pseudarthrose des Unterschenkels zwischen mittlerem und unterem Drittel, seit der Kindheit. Peripherer Theil des Gliedes sehr atrophisch, Fuss im Wachsthum zurückgeblieben, 5—6 cm verkürzt, Bruchstelle winkelförmig geknickt. Bei der Resektion fanden sich die Knochen enorm atrophisch, die Tibia kaum 1 cm dick, die Fibula federkieldick, Rinde papierdünn. Nach einigen Monaten kein Erfolg, daher Amputation.

Beobachtung von Socin[2]). Mädchen von 17 Jahren, Pseudarthrose im unteren Drittel des Unterschenkels seit dem 6. Lebensjahr. Unterschenkel sehr atrophisch, 15 cm verkürzt, Fuss von kindlicher Form, 6 cm verkürzt, aktiv kaum beweglich. Wiederholte Implantation von Elfenbeinstiften erfolglos, daher Amputation des ganz unbrauchbaren Gliedes. Autopsie: Muskulatur fast ganz verschwunden, Knochen bleistiftdick, Bruchenden überknorpelt, von einer fibrösen Kapsel umgeben.

Beobachtung von Simon[3]). Mädchen von 15 Jahren. Pseudarthrose zwischen mittlerem und unterem Drittel des Unterschenkels seit dem 2. Lebensjahre. Unterschenkel in der Entwickelung sehr bedeutend zurückgeblieben, 15 cm verkürzt und an der Bruchstelle so beweglich, dass die Extremität unbrauchbar war. Friction, 4malige Implantation von Elfenbeinstiften, Resektion mit Knochennaht ohne Erfolg, daher Amputation.

Beobachtung von Guersant[4]). Mädchen von 8 Jahren. Pseudarthrose im unteren Drittel des Unterschenkels seit dem 2. Lebensjahre. Unterschenkel 10 cm verkürzt und verkümmert, Bruchstelle sehr beweglich, Bruchenden konisch zuge-

---

[1]) Ollier, Traité des résections. T. I. 1885. p. 536.
[2]) Jahresbericht der chirurg. Klinik zu Basel für 1878. S. 87.
[3]) Deutsche Klinik. 1866. S. 298.
[4]) Bull. de la soc. anatom. 2 Sér. T. V. p. 49.

spitzt, das untere mit einem faserknorpeligen Ueberzug versehen, zwischen beiden der Musc. flexor hallucis interponirt. Haarseil, Cauterisation und Resektion der Bruchenden ohne Erfolg, daher Amputation.

Volkmann[1]) beobachtete 4 Kinder im Alter von ½—4 Jahren, welche in Folge einer intra partum acquirirten Fractur mit Pseudarthrose des Unterschenkels im mittleren und unteren Drittel behaftet waren. In keinem Falle hatte die zum Theil wiederholte Resektion wegen der enormen Atrophie der Bruchenden Erfolg.

Experimentelles.

§. 410. Die zahlreichen Lücken, welche unsere Kenntniss der Genese und pathologisch-anatomischen Verhältnisse der Pseudarthrosen aufweist, lassen es geboten erscheinen, auch die Resultate der Thierexperimente zur Ausfüllung derselben heranzuziehen. Da bei den gewöhnlichen Versuchsthieren im Allgemeinen die Callusbildung eine sehr prompte und daher Pseudarthrosen recht selten sind, müssen dieselben künstlich durch tägliche Bewegungen der Fragmente erzeugt werden.

Während Brodie[2]) bei Kaninchen und Meerschweinchen trotz täglicher Bewegung der Fragmente keine Pseudarthrose hervorzurufen im Stande war, gelang es Breschet[3]), an Hunden 9mal Pseudarthrose zu erzeugen, von denen 3 eine fibröse Vereinigung, die übrigen ein falsches Gelenk aufwiesen. Die Gelenkhöhle fand sich durch eine von dem Umfang der Bruchflächen ausgehende ligamentöse Substanz gebildet, welche in die umgebende Callusauflagerung überging, und innerhalb derselben spätestens am 27. Tage eine dickliche, fadenziehende, klebrige Flüssigkeit. Bei längerem Bestande der Pseudarthrose verlor die Innenfläche der Kapsel ihre rothe Farbe, wurde glattpolirt, während die Aussenfläche ein weissliches, knorpelartiges Aussehen annahm. Einige Male fanden sich nach Ablauf von 85 Tagen die Bruchflächen mit einem dem Gelenkknorpel ähnlichen Ueberzug versehen.

Malgaigne[4]) erzielte bei einem Hunde an beiden Vorderarmknochen falsche Gelenke mit dicken Kapseln und einem mattweissen Ueberzug der Bruchenden.

V. Ollier[5]) fand bei Versuchen an Kaninchen, dass die andauernde Reizung des Callus durch fortgesetzte Bewegungen und Friktionen die Verknöcherung desselben verhindert; das knorpelige Stadium des Callus wird verlängert, er bleibt weich und fibrös. Bei einem Versuche kam es sogar zur vollständigen Resorption des Callus, so dass nach 28 Tagen die beiden Fragmente wieder ganz beweglich und nur durch eine faserige, röthliche, schwammige Substanz verbunden waren. Bei Aufhören der Reizung erfolgte nach dem verlängerten knorpeligen Stadium eine sehr rasche Verknöcherung des Callus.

Die einzigen histologischen Untersuchungen über die Genese und Struktur dieser künstlichen Pseudarthrosen sind von Rigal und Vignal[6]) angestellt worden, welche zu ihren Experimenten Ratten und Meerschweinchen benützten. Es gelang ihnen durch tägliche methodische Bewegungen in derselben Achse meistens, aber nicht immer Pseudarthrose zu erzielen. Die Ergebnisse sind folgende.

Unter dem Einfluss der von der Entstehung der Pseudarthrose an eingeleiteten Reizung kommt es zu einer stärkeren und ausgedehnteren Anschwellung der Weichtheile in der Umgebung der Bruchstelle, welche zu einer lebhaften

---

1) Hintze, Ueber Pseudarthrose und ihre operative Behandlung. Inaug.-Dissert. Halle 1883.

2) London med. Gaz. 1834. 56.

3) Breschet, Formation du cal. Thèse. Paris 1819.

4) Malgaigne, Op. cit. p. 160.

5) V. Ollier, Du cal et de ses modifications sous l'influence de l'irritation. Thèse. Montpellier 1864.

6) Arch. de physiol. 1881. p. 570.

Proliferation des intramuskulären Bindegewebes mit Schwund der Muskelfibrillen führt. Auch die Bildung des knorpeligen Periostcallus ist reichlicher als gewöhnlich: er zeigt sich zuerst zwischen Knochen und abgelöstem Periost, erreicht am 15. Tage die Enden beider Fragmente und überzieht am 20.—25. Tage die Bruchflächen, indem er auch die geöffneten Markhöhlen verschliesst. Am 30.—40. Tage sind beide Bruchenden für sich mit einer reichlichen Knorpelmasse umhüllt und durch eine Spalte von einander getrennt, da die Knorpelüberzüge keine Neigung zur Verschmelzung zeigen. Zugleich beginnt sich eine fibrös-periostale Kapsel um die Bruchenden zu bilden, welche von dem entzündlich gewucherten intramuskulären Bindegewebe stammt, sich durch immer neue Schichten verstärkt und mit dem verdickten Periost verschmilzt. Schliesslich formiren sich vom 40.—60. Tage die Gelenkenden: der grösste Theil des Knorpelcallus verknöchert in normaler Weise, worauf er zum Theil wieder durch Resorption sich verkleinert. Die äussersten, einander gegenüberliegenden Schichten des Knorpelcallus verknöchern dagegen nicht; das anfangs embryonale Knorpelgewebe mit sehr zahlreichen rundlichen Knorpelzellen nimmt mehr und mehr die Struktur des Gelenkknorpels an, indem in der äusseren Schichte die Knorpelzellen sich abplatten und parallel der Bewegungsachse sich reihen. Nur in den tieferen Schichten ist die Anordnung der Zellen keine so regelmässige wie beim normalen Gelenkknorpel. Die Verbindung mit dem Knochen geschieht gleichfalls durch eine verkalkte Masse. Die Untersuchung der Innenfläche der Kapsel mittelst Silbersalpeter ergab, dass dieselbe keinen Endothelüberzug, wohl aber grosse abgeplattete Bindegewebszellen besitzt.

Fig. 218.



Künstliche Pseudarthrose der Tibia einer Ratte; oberes Bruchende. Vergr. 1:30. a. Anostotische Knochensubstanz des oberen Bruchendes. b. Periost, bedeutend verdickt, in die Gelenkkapsel übergehend. c. Neugebildete spongiöse Knochensubstanz, die Markhöhle verschliessend. d. Knorpel. e. Faserknorpliger Verbindungsstrang zwischen den Bruchenden. g. Fibrös-periostale Gelenkkapsel. h. Knochenmark. Nach Rigal und Vignal[1]).

Hat sich die Nearthrose bis zu diesem Grade ausgebildet, so bleibt sie fast immer stationär, nur ausnahmsweise, falls die Bewegungen nicht fortgesetzt werden, kann sie noch nachträglich obliteriren, indem die Knorpelzellen proliferiren, ihre Zwischensubstanz erweicht und mit dem gegenüberliegenden Knorpel verschmilzt, so dass sich starke faserknorpelige Stränge zwischen den Bruchenden bilden.

Die beistehende Fig. 218 zeigt das obere Fragment einer Pseudarthrose der Tibia bei einer Ratte, welche 7 Monate nach der Fractur getödtet worden war,

---

[1]) l. c. Pl. 16—17. Fig. XIV.

nachdem 4 Monate lang regelmässige Bewegungen vorgenommen worden waren. Die Verbindung der Fragmente war nur zum Theil (bei A) eine gelenkartige, mit Ueberzug von Gelenkknorpel, während bei B wieder eine theilweise Ankylose durch faserknorpelige Stränge zu Stande gekommen war.

Frequenzverhältnisse.

§. 411. Die Untersuchung der Frequenzverhältnisse der unververeinigten Fracturen ist nur dann von Werth, wenn diese mit den entsprechenden Verhältnissen der frischen Knochenbrüche in Vergleich gesetzt werden, denn nur in dieser Parallele lassen sich die numerischen Verhältnisse für die Aetiologie verwerthen. Indem wir daher in diesem Sinne die nachstehende Untersuchung anstellen, legen wir derselben eine Sammlung von 1274 Fällen nicht consolidirter Fracturen zu Grunde, welche in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt sind. Dieses statistische Material ist im Vergleich zu den bisher vorliegenden Zusammenstellungen so viel grösser, dass wir dasselbe wohl zu einer Revision der seither gültigen statistischen Angaben verwenden dürfen.

Uebersicht über 1274 unvereinigte Fracturen nach Sitz, Alter und Geschlecht.

Lebensalter	Oberarm		Vorderarm		Oberschenkel		Unterschenkel		Gesammtzahl	
	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.
unter 1 Jahr . . .	—	—	—	—	—	—	2	2	2	2
1—10 Jahre . . .	7	6	—	—	6	4	28	19	41	29
11—20 „ . . .	18	3	5	3	28	1	18	8	69	15
21—30 „ . . .	76	6	39	11	61	7	81	10	257	34
31—40 „ . . .	57	10	24	1	46	9	54	8	181	28
41—50 „ . . .	36	6	12	1	26	2	36	6	110	15
51—60 „ . . .	18	3	6	—	34	2	18	5	76	10
61—70 „ . . .	7	—	—	—	7	—	4	2	18	2
71—80 „ . . .	—	—	—	1	2	—	2	1	4	2
„Erwachsene“ . .	58	10	16	7	45	7	44	6	163	30
	277	44	102	24	255	32	287	67	921	167
Alter und Geschlecht unbekannt . . .	55		26		50		55		186	
Summa	376		152		337		409		1274	

§. 412. Was zunächst die Frequenz der unvereinigten Fracturen im Ganzen betrifft, so kommen dieselben im Verhältniss zu der grossen Häufigkeit der frischen Fracturen ziemlich selten vor. Unterscheiden wir zwischen Verzögerung und Ausbleiben der Consolidation, so ist die erstere jedenfalls die weitaus häufigere, während der Ausgang einer Fractur in wirkliche Pseudarthrose als eine seltene Ausnahme zu betrachten ist. Leider ist es unmöglich, wie so oft im Einzelfalle, so auch bei einem grossen Theile unserer Casuistik zwischen lange verzögerter Consolidation und wirklicher Pseudarthrosenbildung zu unterscheiden, so dass sich das numerische Verhältniss beider Zustände nicht genau feststellen lässt. Hiebei sehen wir natürlich von

solchen Fällen, in denen die Consolidation nur einige Wochen über die gewöhnliche Heilungsdauer sich verzögert, ganz ab und haben dieselben auch aus unserer Statistik ausgeschlossen.

Die Frage, auf wie viele Fälle von frischen Fracturen durchschnittlich ein Fall von Pseudarthrose zu rechnen ist, lässt sich zur Zeit noch nicht aus grossen Zahlenreihen beantworten, da die Angaben hierüber allzuweit auseinandergehen.

Beispielsweise geben Malgaigne, Syme, Hamilton und Stanley an, bei keiner von ihnen behandelten Fractur den Ausgang in Pseudarthrose beobachtet zu haben. Walker beobachtete unter 1000 Fracturen 6—8 Fälle von Pseudarthrose, Lonsdale unter fast 4000 nur 5—6, Peirson unter 367 eine einzige Pseudarthrose. Nach Norris kam im Pennsylvania-Hospital zu Philadelphia von 1840—50 unter 2195 daselbst behandelten frischen Fracturen keine einzige Pseudarthrose vor, während in derselben Zeit 18 Fälle mit diesem Zustande in das Hospital eintraten; in demselben Hospital soll nach Agnew von 1850—74 unter 6480 Fracturen gleichfalls, „soweit er ermitteln konnte,“ kein Fall von Pseudarthrose beobachtet worden sein.

Auch die Angaben aus neuerer Zeit sind widersprechend und selbst die Durchsicht der Jahresberichte grösserer Hospitäler und Kliniken gibt oft keinen sicheren Aufschluss, theils weil manche Fälle vor der vollständigen Heilung entlassen sind, theils weil bei den aufgeführten Pseudarthrosen häufig die Angabe über ihre Entstehung innerhalb oder ausserhalb des Hospitals fehlt.

Unsere statistischen Ermittelungen beschränken sich daher auf die Feststellung folgender Zahlen.

Krönlein beobachtete in der v. Langenbeck'schen Klinik (1875—76) unter 525 Fracturen an den Extremitäten einen Fall von verzögerter Consolidation, keine einzige Pseudarthrose.

In der Fracturenstatistik von Leisrinck aus dem Hamburger allgemeinen Krankenhause sind 337 Fracturen an den Extremitäten verzeichnet, von denen 14 eine bedeutende Verzögerung der Consolidation und 3 den Ausgang in Pseudarthrose aufweisen.

Der Volkmann'sche Jahresbericht aus der Hallenser Klinik für das Jahr 1873 enthält 171 Fracturen der Extremitäten, von denen 4 eine Verzögerung der Consolidation zeigten und 2 den Ausgang in Pseudarthrose nahmen.

Aus den Jahresberichten der Socin'schen Klinik zu Basel von 1870—84 lässt sich berechnen, dass unter 720 Fracturen der langen Röhrenknochen 17mal verzögerte Consolidation und 6mal Pseudarthrose beobachtet wurde.

Unter den von Drecker aus Knappschaftslazarethen zusammengestellten 1718 Fracturen der Extremitäten finden sich 15 Fälle von Verzögerung und Ausbleiben der Consolidation, von denen 6—8 auf eigentliche Pseudarthrosenbildung zu rechnen sind.

Aus den Journalen der Tübinger Klinik entnehme ich, dass unter 528 stationär behandelten Fracturen der langen Röhrenknochen 2mal Pseudarthrose und 9mal verzögerte Consolidation beobachtet wurde.

Endlich ergibt noch die Fracturenstatistik von Moritz aus dem Obuchow-Hospital in St. Petersburg für die Jahre 1852—72, dass unter insgesammt 1222 Fracturen der langen Röhrenknochen 58 Fälle von unvereinigten Fracturen beobachtet wurden, welche zu ziemlich gleichen Theilen einer Verzögerung der Consolidation und eigentlicher Pseudarthrosenbildung zuzurechnen sind.

Sehen wir von der zuletzt angeführten Moritz'schen Statistik ab, welche eine ganz exceptionell ungünstige Proportion aufweist, — auf 40 frische Fracturen je 1 Fall von verzögerter Callusbildung und Pseudarthrose! — so ergibt sich aus den übrigen angeführten Zahlen, dass unter insgesammt 4002 Fracturen der langen Röhrenknochen 54 Fälle von verzögerter Consolidation und 19 von Pseudarthrose beobachtet

worden sind. Es ist somit etwa auf 70—80 frische Fracturen einmal verzögerte Consolidation und auf 200—250 Fracturen einmal Ausgang in Pseudarthrosenbildung zu rechnen.

§. 413. Die Frequenz der unvereinigten Fracturen an den einzelnen Gliedabschnitten gestaltet sich nach der obigen Tabelle folgendermassen. Es kommen von 1274 Fällen auf den

Oberarm	376 Fälle,
Vorderarm	152 „
Oberschenkel	337 „
Unterschenkel	409 „

Hieraus ergibt sich, dass die unvereinigten Fracturen des Unterschenkels das grösste Contingent stellen, dann folgen in ziemlich gleichem Abstand die des Oberarmes und Oberschenkels, während die des Vorderarmes in der Scala weit zurückstehen. Es werden somit die früheren statistischen Angaben widerlegt, welche den nicht consolidirten Fracturen des Oberarmes die erste Stelle zuwiesen.

Um nun aber diese Frequenzziffern in ätiologischer Beziehung verwerthen und die verschiedene Prädisposition der Fracturen der einzelnen Knochen ermitteln zu können, müssen erstere mit den Frequenzziffern der frischen Fracturen verglichen werden. Indem wir hiebei die Eingangs dieses Werkes aufgestellte Tabelle (§. 4) zu Grunde legen und nur die Fracturen der langen Röhrenknochen berücksichtigen, ergeben sich folgende Procentzahlen für die relative Frequenz der frischen und unvereinigten Fracturen.

Es kommen nämlich auf den

Oberarm . . .	15,5 %	frische Fract.	und	29,5 %	unvereinigte Fract.
Vorderarm . .	39,1 „	„ „	„	11,9 „	„ „
Oberschenkel .	13,2 „	„ „	„	26,4 „	„ „
Unterschenkel .	32,1 „	„ „	„	32,1 „	„ „

Die Vergleichung der beiden Zahlenreihen ergibt, dass die Fracturen des Oberarmes und Oberschenkels am häufigsten, die des Vorderarmes am seltensten den Ausgang in verzögerte Consolidation und Pseudarthrose nehmen, während bei den Fracturen des Unterschenkels die Häufigkeit dieses Ausganges durchaus im Verhältniss zu ihrer Frequenz überhaupt steht.

§. 414. Von grosser Wichtigkeit ist nun aber die weitere Frage, welchen Antheil an diesen Frequenzziffern einestheils die Verzögerung der Consolidation und anderentheils die eigentliche Pseudarthrosenbildung hat, da von vornherein anzunehmen ist, dass diese beiden Zustände bei den einzelnen Fracturen in verschiedener Proportion vorkommen. Eine genauere Sonderung dieser Casuistik ist aus den bereits angeführten Gründen unmöglich; ich habe daher nur die Fälle zusammengestellt, in denen es sich mit annähernder Sicherheit um Pseudarthrosenbildung handelt, indem dieselben entweder durch die anatomische Untersuchung beglaubigt wurden oder nach mehr als 6monatlichem Bestande einem operativen Eingriff unterzogen werden mussten.

Die Gesammtzahl dieser sicher constatirten Fälle von wirklicher Pseudarthrose beträgt 681; hievon kommen auf den

Oberarm 226 Fälle = 33,1 % (frische Fracturen 15,5 %)
Vorderarm 99 „ = 14,5 „ („ „ 39,1 „)
Oberschenkel 169 „ = 24,8 „ („ „ 13,2 „)
Unterschenkel 187 „ = 27,4 „ („ „ 32,1 „)

In Bezug auf wirkliche Pseudarthrosenbildung weist also der Oberarm die grösste Frequenz auf; erst in zweiter Reihe folgt der Unterschenkel, der somit an Fällen von verzögerter Consolidation das grösste Contingent stellt; an dritter Stelle folgt der Oberschenkel und an vierter mit einem weiten Abstande der Vorderarm.

Ziehen wir wiederum die Frequenz der frischen Fracturen in Betracht, so lässt sich erkennen, dass auch die Neigung zu wirklicher Pseudarthrosenbildung bei den Fracturen des Oberarmes und Oberschenkels am grössten, bei denen des Vorderarmes weitaus am geringsten ist, während sie bei den Brüchen des Unterschenkels im Einklang mit der Frequenz derselben steht.

§. 415. Gehen wir nun etwas näher auf den Sitz der unvereinigten Fracturen an den einzelnen Knochen und Knochentheilen ein, so gibt hierüber die folgende Tabelle Aufschluss.

Uebersicht der relativen Frequenz der unvereinigten Fracturen an den einzelnen Knochen und Knochentheilen.

	Oberarm nach		Vorderarm	nach		Ober-schenkel nach		Unterschenkel	nach	
	subcut. Fract.	offen. Fract.		subcut. Fract.	offen. Fract.	subcut. Fract.	offen. Fract.		subcut. Fract.	offen. Fract.
Oberes Drittel	24	3	Antibr.	2	—	29	—	Crus	2	—
			Ulna	2	—			Tibia	5	1
			Radius	1	—			Fibula	—	—
Zwischen oberem und mittlerem Drittel	9	8	Antibr.	3	1	21	1	Crus	5	—
			Ulna	—	1			Tibia	3	1
			Radius	1	—			Fibula	—	—
Mittleres Drittel	72	19	Antibr.	14	3	74	12	Crus	46	18
			Ulna	10	4			Tibia	18	13
			Radius	4	1			Fibula	—	—
Zwischen mittlerem und unterem Drittel	32	6	Antibr.	4	2	21	2	Crus	28	14
			Ulna	—	2			Tibia	4	3
			Radius	2	1			Fibula	—	—
Unteres Drittel	32	14	Antibr.	9	1	36	5	Crus	50	11
			Ulna	—	1			Tibia	19	5
			Radius	8	4			Fibula	2	—
Unbestimmt	137	20	Antibr.	28	6	123	13	Crus	84	20
			Ulna	13	3			Tibia	41	16
			Radius	18	3			Fibula	—	—
	306	70		119	33	304	33		307	102
	376			152		337			409	

Auch die Zahlen der vorstehenden Tabelle müssen mit den entsprechenden Frequenzziffern der frischen Fracturen verglichen werden, um die verschiedene Disposition der einzelnen Fracturen zur Pseudarthrosenbildung zu ermitteln.

Am Oberarm stimmt die Vertheilung der frischen und unvereinigten Fracturen genau überein: beide haben ihren Sitz am häufigsten im Mittelstück, seltener im unteren, am seltensten im oberen Ende. Am Vorderarm entstehen die meisten unvereinigten Fracturen nach Brüchen der beiden Vorderarmknochen und haben ihren Sitz am häufigsten im Mittelstück; etwa in der Hälfte der Fälle besteht Pseudarthrose an beiden Knochen, während die andere Hälfte sich aus den isolirten Pseudarthrosen der Ulna und des Radius zu annähernd gleichen Theilen zusammensetzt (Radius 32, Ulna 25). Diese Vertheilung der Pseudarthrosen steht im Widerspruch mit der der frischen Fracturen, sofern unter den letzteren die Fracturen des unteren Endes des Radius weit überwiegen; gerade diese letzteren geben aber nur äusserst selten zu Pseudarthrose Veranlassung, so dass hierin wohl der Grund für die geringe Frequenz der Vorderarm-Pseudarthrosen überhaupt zu suchen ist.

Am Oberschenkel ist wiederum der häufigste Sitz der Pseudarthrosen im Mittelstück, wie es auch bei den frischen Fracturen der Fall ist. Am Unterschenkel finden sich die meisten ($^2/_3$) der unvereinigten Fracturen an beiden Knochen vor, $^1/_3$ an der Tibia allein, während an der Fibula allein nur ausnahmsweise Pseudarthrosen vorkommen. Der häufigste Sitz ist im Mittelstück des Unterschenkels, etwas seltener im unteren Ende, sehr selten im oberen Ende. Diese Vertheilung stimmt im Ganzen mit der der frischen Fracturen überein.

§. 416. Hinsichtlich des Geschlechts der Verletzten ergibt unsere Statistik (siehe oben Tabelle §. 411) ein bedeutendes Ueberwiegen der Frequenz der unvereinigten Fracturen beim männlichen gegenüber dem weiblichen Geschlecht. Die Differenz ist sogar noch erheblich grösser, als bei den frischen Fracturen; denn während das Verhältniss der letzteren beim männlichen und weiblichen Geschlechte wie 3,8 : 1 ist, ergibt sich für die Pseudarthrosen ein Verhältniss von 5,5 : 1. Die Ursache dieses stärkeren Ueberwiegens bei Männern scheint mir zum Theil darin begründet, dass eine auffallend grosse Anzahl von Pseudarthrosen bei Matrosen vorgekommen ist, welche auf hoher See eine Fractur erlitten und eine sachverständige Behandlung entbehrt hatten.

§. 417. Die Frequenz der unvereinigten Fracturen nach dem Lebensalter ist gleichfalls aus der oben vorangestellten Tabelle ersichtlich. Sie zeigt im Allgemeinen eine grosse Uebereinstimmung mit der der frischen Fracturen, indem bei beiden die Häufigkeit vom 1. bis 3. Decennium ansteigt und dann wieder stetig abfällt. Zu leichterer Vergleichung sind die einzelnen Frequenzziffern in der folgenden Tabelle in Procentzahlen berechnet.

Vergleichende Uebersicht der Frequenz der unvereinigten und frischen Fracturen nach dem Lebensalter (in Procentzahlen).

	0—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80
Unvereinigte Fr.	8,2	9,3	32,5	23,3	13,9	9,6	2,2	0,6
Frische Fract.	13,9	15,4	18,4	13,6	13,3	12,0	6,0	3,4

Eine genauere Vergleichung lässt jedoch folgende bemerkenswerthe Unterschiede erkennen.

Die Fracturen im Kindesalter zeigen eine sehr geringe Neigung zur Pseudarthrosenbildung, wie ja bekanntlich die Fracturheilung bei Kindern viel schneller und günstiger als bei Erwachsenen verläuft. Immerhin sind die Pseudarthrosen im ersten Kindesalter doch nicht so selten, wie die früheren statistischen Angaben annehmen liessen; die grosse Mehrzahl derselben hat ihren Sitz am Unterschenkel.

Die Fracturen im mittleren Lebensalter zeichnen sich durch die grösste Disposition zu Pseudarthrosenbildung aus. Das Maximum trifft auf das 3. Decennium.

Das höhere Lebensalter weist eine äusserst geringe Zahl von Pseudarthrosen auf, welche keineswegs blos den in dieser Lebenszeit vorkommenden Fracturen proportional ist. Hiedurch wird die angebliche Prädisposition des Alters vollkommen widerlegt.

§. 418. Frägt man endlich nach der Vertheilung der Pseudarthrosen auf die verschiedenen Länder, so setzt sich unsere Casuistik aus 372 deutschen (inklus. schweizerischen und österreichischen), 317 englischen, 278 amerikanischen und 212 französischen Beobachtungen zusammen. Weitergehende Schlüsse lassen sich aus diesen Ziffern nicht ziehen; die überwiegende Zahl der deutschen Beobachtungen erklärt sich wohl hauptsächlich aus der erschöpfenderen Sammlung der deutschen Casuistik.

Aetiologie.

§. 419. Die Aetiologie der unvereinigten Fracturen ist noch vielfach in Dunkel gehüllt. Sind auch die Momente, welche als Hindernisse der Consolidation angesehen werden, sehr zahlreich und mannigfaltig, so können dieselben doch oft sämmtlich mit Sicherheit ausgeschlossen werden, so dass die Ursache der Pseudarthrosen in sehr vielen Fällen völlig unaufgeklärt bleibt. Ausserdem lehrt die Erfahrung, dass auch bei Gegenwart eines oder mehrerer jener prädisponirenden Momente sehr häufig die Consolidation ganz ungestört zu Stande kommt, so dass fast allen jenen Prädispositionen keine allgemeine, sondern nur eine individuelle Bedeutung zugeschrieben werden kann.

Man pflegt die Ursachen der unvereinigten Fracturen in allgemeine und lokale zu unterscheiden.

a. Allgemeine Ursachen.

§. 420. Die allgemeinen Momente, welche als Hindernisse der normalen Fracturheilung gelten können, sind theils in der Constitution, theils in dem augenblicklichen Zustand des Verletzten begründet. Da die Heilung einer Fractur eine bestimmte regenerative Thätigkeit der verletzten Gewebe voraussetzt, lässt es sich gewiss nicht in Abrede stellen, dass die Leistungsfähigkeit eines geschwächten Organismus unter Umständen, wie auch bei anderen Verletzungen, zur normalen Reparation nicht ausreicht. Allein bei einer Durchsicht der vorliegenden Beobachtungen lässt sich nicht verkennen, dass die allgemeinen, constitutionellen Momente nur für manche Fälle von Verzögerung der Consolidation verantwortlich gemacht werden können; nach der Besserung oder Beseitigung der zu Grunde liegenden Störung kommt die Callusbildung doch noch zu Stande. Dagegen sind die eigentlichen Pseudarthrosen fast alle bei gesunden, kräftigen Individuen beobachtet worden. Ausserdem wird aber die Bedeutung der constitutionellen Ursachen noch dadurch sehr in Frage gestellt, dass sie sämmtlich nur ganz ausnahmsweise einen störenden Einfluss ausüben, während selbst die Gegenwart sehr schwerer Constitutionsanomalieen in der Regel die Callusbildung nicht zu hindern pflegt.

Ganz auszuschliessen ist aber die angebliche Prädisposition von Seiten des höheren Lebensalters. Man nimmt bekanntlich an, dass die Fracturen mit zunehmendem Lebensalter immer langsamer und schwerer zur Heilung gelangen. Trotzdem beweist unsere Statistik, dass die Disposition zu Verzögerung und Ausbleiben der Consolidation im mittleren Lebensalter am grössten, geringer im Kindesalter und am geringsten im höheren Lebensalter ist. Denn während im Alter über 70 Jahren die Frequenz der frischen Fracturen noch 3,4 Procent beträgt, beziffert sich die der unvereinigten Fracturen auf 0,6 Procent. Offenbar rührt jene irrthümliche Annahme zumeist daher, dass der bei Greisen am häufigsten vorkommende Schenkelhalsbruch fast niemals knöchern heilt, während doch hieran lokale Ursachen schuldig sind. Ja man ist sogar erstaunt, bei der Zusammenstellung einer Anzahl von Fracturen im Greisenalter zu sehen, dass sie sich oft in derselben oder noch kürzerer Zeit consolidiren, wie im mittleren Lebensalter, sogar auch dann, wenn die Verletzten die ausgesprochenen Erscheinungen von senilem Marasmus darbieten. Beispielsweise führt Socin (in seinem klinischen Jahresbericht für 1873) 5 Fälle von Fractur des Femurschaftes bei Leuten von 20—80 Jahren an: „am raschesten genas der 80jährige, welcher schon nach 38 Tagen an einem Stock gehen konnte."

Zum Beweise hiefür mögen folgende 25 Fälle von Fracturen bei Leuten von 80—113 Jahren dienen:

1) Gross,	w.	100 J.	Fr. d. Oberarmes.	Heilung in der gewöhnl. Zeit.	
2) Humphry,	m.	80 „	„ „ „	„	nach 5 Wochen.
3) „	m.	80 „	„ „ „	„	„ 4 „
4) Horner,	w.	90 „	„ „ „	„	„ 5 „

5) Norris,	m.	90 J.	Fr. d. Oberarmes.	Heilung nach 6 Wochen.
6) Paul,	w.	87 „	„ „ „	„ „ 6 „
7) Humphry,	w.	80 „	„ „ Radius.	„ „ 3 „
8) „	w.	82 „	„ „ „	„ „ 3½ „
9) „	m.	83 „	„ „ Ulna.	„ „ 4 „
10) Callender,	m.	85 „	„ „ Vorderarmes.	„ „ 7 „
11) Norris,	w.	80 „	„ „ Oberschenkels.	„ mit erstaunl. Callusmassen.
12) Henderson,	w.	89 „	„ „ „	„ nach 6 Wochen.
13) Callender,	m.	89 „	„ „ „	„ normal.
14) Lee,	m.	98 „	„ „ „	„ mit massenhaftem Callus.
15) Webster,	w.	113 „	„ „ „	„ normal.
16) Socin,	m.	80 „	„ „ „	„ nach 5 Wochen.
17—18) Erichsen,		90 „	2 „ „ „	„ normal.
19) Humphry,	w.	81 „	„ „ „	„ nach 6 Wochen.
20) Gross,	w.	93 „	„ „ „	„ „ 7 „
21) Agnew,	w.	95 „	„ „ „	„ in der gewöhnl. Zeit.
22) Humphry,	w.	80 „	Off. Fr. d. Untersch.	„ nach 7 Wochen.
23) Hilton,	m.	84 „	Splitter-Fr. d. „	„ „ 7½ „
24) Tisseire,	m.	82 „	Fr. d. „	„ „ 8 „
25) Grantham,	w.	88 „	„ „ „	„ normal.

§. 421. 1) Gehen wir auf die allgemeinen Prädispositionen im Einzelnen ein, so sind zunächst allgemeine Schwäche- und Inanitionszustände anzuführen. Dieselben können durch verschiedene Ursachen herbeigeführt sein, wie durch schweren Säfteverlust bei Blutungen und Blutentziehungen, Lactation, unmässige Onanie; ferner durch unstillbares Erbrechen, namentlich während der Schwangerschaft, anhaltende Diarrhöen, sowie chronischen Morbus Bright. in vorgerücktem Stadium, wie ich selbst in zwei Fällen beobachten konnte. Alle diese Zustände können gelegentlich einmal die Consolidation verzögern, so dass letztere erst nach der Besserung oder Beseitigung des ursächlichen Uebels zu Stande kommt. Oder sie können auch, wie wir früher (§. 353) gesehen haben, zu einer Wiederauflösung des schon fertig gebildeten Callus führen, falls jene Zustände erst während des Heilungsverlaufes sich einstellen. Allein neben die Beispiele, welche sich hiefür beibringen liessen, müsste eine noch grössere Anzahl solcher gesetzt werden, in denen die Heilung trotz jener Zustände ungestört erfolgte. Letzteres gilt besonders auch für die Bedeutung starker Blutverluste, welche in einigen von Norris mitgetheilten Beobachtungen ohne allen Einfluss auf die Callusbildung waren.

Von entschieden ungünstigem Einfluss auf die Fracturheilung sind aber Inanitionszustände in Folge ungenügender Ernährung. Hiefür sprechen nicht nur einzelne Beobachtungen, sondern auch ausgedehntere Erfahrungen, wie im Belagerungskriege an den ausgehungerten Besatzungstruppen.

So konnte Heyfelder[1]), der Metz bald nach der Capitulation besuchte, constatiren, dass vielfach unter dem Einflusse des Hungers der Callus nicht vollständig verknöcherte oder sogar nach vollendeter Consolidation wieder erweichte und resorbirt wurde. Nachdem die Ernährung gebessert war, erfolgte völlige Heilung.

Die Behinderung der Callusbildung unter dem Einflusse mangelhafter Ernährung stimmt auch mit den Resultaten der Untersuchungen von Weiske überein, welcher sowohl im Gefolge von Entziehung der Gesammtnahrung als auch der der Mineralstoffe eine Verminderung der Knochensubstanz mit den Merkmalen der Osteoporose fand, welche jedoch weit geringer als der Verlust der Weichtheile ausfällt.

---

[1]) Heyfelder, Bericht über meine ärztliche Wirksamkeit am Rhein und in Frankreich während des deutsch-französischen Kriegs 1870/71. St. Petersburg 1871.

Auch die Entziehung eines gewohnten Reizmittels wie des Alkohols bei Potatoren kann von störendem Einflusse sein. Norris erwähnt mehrere Beobachtungen, in denen die Fracturheilung durch Entziehung des Alkohols behindert wurde.

§. 422. 2) Ein störender Einfluss der Schwangerschaft auf die Callusbildung ist seit den zuerst von Fabricius Hildanus hierüber mitgetheilten Beobachtungen von den meisten Autoren acceptirt worden. Allein die Erfahrung lehrt, dass dieser Einfluss nicht hoch anzuschlagen ist, da gegenüber den zahlreichen Fällen, in denen die Fracturheilung bei Schwangeren normal verläuft, nur äusserst selten eine lediglich durch die Schwangerschaft bedingte Verzögerung beobachtet wird.

Zum Beweise mögen folgende Zahlen dienen.

Zu den von Gurlt gesammelten 40 Fällen von Fracturen bei Schwangeren habe ich 20 hinzugefügt. Von diesen 60 Fällen sind 48 in normaler Weise zur Heilung gelangt, worunter beispielsweise ein Fall, in welchem gleichzeitig 4 Fracturen, darunter 2 Oberschenkelbrüche, vorlagen (Leisrinck). Dagegen wurde nur 12mal Verzögerung der Callusbildung in der Art beobachtet, dass sie erst nach der Entbindung völlig zu Stande kam. Unter den letzteren Beobachtungen sind überdies mehrere wenig beweisend, da es sich theils um complicirte Fracturen handelte, theis gleichzeitig notorische andere Schädlichkeiten einwirkten.

Es mag übrigens noch darauf hingewiesen werden, dass in manchen Fällen die Gravidität nicht als solche, sondern nur mittelbar in Folge der sie begleitenden Schwächezustände (wie bei unstillbarem Erbrechen) die Fracturheilung stört.

§. 423. 3) Ueber den Einfluss schwerer akuter Erkrankungen wie Pneumonie, Typhus, Variola u. s. f. auf die Callusbildung liegen nur wenige Beobachtungen vor. Einzelne derselben beweisen, dass während der Dauer jener Erkrankungen sich die Callusbildung zuweilen verzögert, oder der schon fertige Callus wieder resorbirt wird (s. o. §. 353). Nach Ablauf der Erkrankung kommt die Consolidation meist zu Stande.

Gurlt führt 2 Fälle von verzögerter Callusbildung bei Typhus und Variola an. Die beiden folgenden Beobachtungen sprechen für denselben Einfluss der Pneumonie.

Snow[1]) beobachtete einen jungen Mann von 17 Jahren mit einer frischen subcutanen Fractur des Oberschenkels, der von der 5.—9. Woche an einer Pneumonie erkrankte. Nach 3 Monaten war noch keine Spur von Consolidation vorhanden und erst nach weiteren 3 Monaten, nachdem sich der Allgemeinzustand wieder gehoben hatte, erfolgte die Heilung. — In einem Falle von Curtis[2]) wurde ein Mann von 42 Jahren, welcher eine subcutane Fractur im unteren Drittel des Unterschenkels erlitten hatte, 8 Tage darauf von einer Pneumonie befallen, welche nach 21 Tagen tödtlich endete. Bei der histologischen Untersuchung der Bruchstelle fand sich an Stelle des äusseren Callus nur junges Bildungsgewebe mit einer dünnen Schichte von Knorpel unmittelbar am Knochen, keine Spur von Verkalkung und Verknöcherung vor.

Wiederholt ist auch ein derartiger ungünstiger Einfluss der Pyämie beobachtet worden. Besteht nämlich neben einer subcutanen Fractur gleichzeitig eine andere Verletzung mit äusserer Wunde, durch deren Infektion Pyämie eintritt, so bewirkt letztere nicht selten Vereiterung der subcutanen Bruchstelle und, falls das Leben erhalten bleibt, Verzögerung oder Ausbleiben der Consolidation.

---

1) New York med. Journ. July 1879. Vol. 30. p. 66.
2) Bull. de la soc. anatom. 1872. p. 62.

Auf der anderen Seite liegen zahlreiche Beobachtungen vor, in denen die Fracturheilung durch interkurrente Krankheiten keine Störung erlitt. Callender[1]) hebt ausdrücklich hervor, dass unter dem grossen Beobachtungsmaterial des St. Bartholomews Hospital niemals ein schädlicher Einfluss von Scharlach und anderen Complikationen bei Kindern beobachtet worden ist.

§. 424. 4) Unter den chronischen constitutionellen Krankheiten, welche die Fracturheilung verzögern können, sind Syphilis, Skorbut und Diabetes zu nennen.

Was zunächst den Einfluss der constitutionellen Syphilis betrifft, so ist derselbe seit den ersten Angaben hierüber von J. L. Petit, Ravaton, Swediaur oft Gegenstand der Controverse gewesen, indem von manchen Seiten die Syphilis als die häufigste Prädisposition nicht blos zu Spontanfracturen, sondern auch zu Pseudarthrosen angesehen wurde, während Andere diesen Zusammenhang entweder ganz bestritten oder nur in Ausnahmsfällen gelten liessen. Auch die vorliegenden Beobachtungen, welche bis ins vorige Jahrhundert zurückreichen, sind in gleicher Weise widersprechend. Lassen wir jedoch die Beobachtungen aus älterer Zeit, welche noch immer von einem Werke in das andere übernommen werden, ganz ausser Betracht, da dieselben theils ungenau beschrieben, theils wegen der damals üblichen unmässigen Merkurialkuren wenig beweisend sind, so unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, dass zwar die constitutionelle Syphilis eine Störung der Fracturheilung zu bewirken vermag, dass aber letztere im Verhältniss zu dem häufigen Vorkommen von Fracturen bei Syphilitischen nur ganz ausnahmsweise zur Beobachtung kommt. So hat Gurlt neben 10 Fällen von Störung der Fracturheilung etwa die dreifache Zahl von Beobachtungen gesammelt, in denen die Syphilis keine nachtheiligen Folgen auf die Consolidation ausübte.

§. 425. Zunächst erhebt sich die Frage, in welcher Weise überhaupt die Syphilis den Heilungsverlauf zu beeinflussen vermag, ob nur durch die Gegenwart lokaler, specifischer Processe an der Bruchstelle, oder auch durch eine dyskrasische Alteration der Constitution.

Ohne Zweifel liegt in der Regel Knochensyphilis zu Grunde. Hiefür spricht die Thatsache, dass es sich fast in allen hieher gehörenden Beobachtungen um Spätformen der Syphilis handelt, welche mit Vorliebe das Knochensystem befallen. Ausserdem findet sich häufig angegeben, dass der betreffende Knochen schon vor dem Bruche der Sitz von Knochenauftreibungen, Tophi und Knochenschmerzen gewesen ist. Wo aber keine vorausgegangene Knochenaffektion an der Bruchstelle nachgewiesen ist, kann doch sehr wohl bei florider Syphilis durch den Reiz der Verletzung eine specifische Störung der Gewebsregeneration bewirkt werden, oder es kann eine latente inveterirte Syphilis in Folge des Trauma am Orte der Reizung sich manifestiren, und zwar gewöhnlich in destruktiven Formen.

Andererseits lässt sich aber doch nicht in Abrede stellen, dass die Syphilis auch ohne lokale Knochenaffektion, also lediglich durch

---

[1]) Med.-chir. Transact. 1868. p. 148.

dyskrasische Störung der Constitution die Fracturheilung zu beeinträchtigen vermag. Natürlich gilt diese Möglichkeit nur für die schwersten Formen inveterirter, namentlich visceraler Lues, wenn dieselbe durch specifische Affektionen innerer, besonders für die Enährung und Blutbildung wichtiger Ogane zu einer hochgradigen Kachexie geführt hat. Dagegen ist die Annahme mancher Autoren, welche nicht die Syphilis, sondern die zu ihrer Behandlung eingeleiteten Merkurialkuren für die Behinderung der Callusbildung verantwortlich machen, heutzutage entschieden zurückzuweisen, da wohl kaum mehr ein Missbrauch des Quecksilbers in der Weise zu befürchten ist, dass es bis zu schwerster Kachexie kommt. Sigmund hat eine Reihe von Fällen mitgetheilt, in denen Tertiärsyphilitische während der Merkurialkur sich Fracturen zugezogen hatten; es erfolgte stets trotz fortgesetzter Kur die Heilung in normaler Weise.

§. 426. Gehen wir nun etwas näher auf den Einfluss der constitutionellen Syphilis ein, so ist vor Allem zu constatiren, dass die Periode der Frühformen (secundäre Syphilis) in der Regel gar keinen schädlichen Einfluss auf die Fracturheilung ausübt, da sie gewöhnlich Knochenaffektionen von irritativem, aber nicht destruktivem Charakter und keine eigentliche Kachexie mit sich bringt. Dasselbe gilt bekanntlich auch für die Verletzungen der Weichtheile, welche in ihrer Heilung durch die secundäre Syphilis nicht gestört zu werden pflegen. Wenn jedoch trotzdem einzelne Beobachtungen von Verzögerung der Consolidation in dieser Periode mitgetheilt sind, so sind dieselben entweder unsicher, da leicht ein zufälliges Zusammentreffen möglich ist, oder sie betreffen Fälle, in denen die bestehende Knochenaffektion ausnahmsweise, vielleicht in Folge des traumatischen Reizes einen destruktiven, gummösen Charakter trägt. Ausserdem lässt sich aus den ungenau mitgetheilten Beobachtungen zuweilen nicht entnehmen, welche Periode der Knochensyphilis vorlag, da ein sogenannter Tophus ebensowohl durch eine ossificirende wie durch eine gummöse Periostitis bedingt sein kann.

Die Periode der Spätformen (tertiäre Syphilis) weist dagegen eine ganze Reihe von Beobachtungen verzögerter Consolidation und Pseudarthrosenbildung auf. Wenn auch dieser Ausgang keineswegs die Regel bildet, sondern häufig genug mit oder ohne gleichzeitige specifische Behandlung eine normale Heilung erfolgt, so wird doch zuweilen die Consolidation verzögert, bis entweder eine eingeleitete Behandlung Heilung bewirkt, oder auch trotz derselben der Ausgang in Pseudarthrose erfolgt.

Gellé[1]) hat neuerdings in einer sorgfältigen Zusammenstellung der Casuistik zahlreiche Beobachtungen dieser Art gesammelt. Ein weiterer beweisender Fall ist folgender.

Beobachtung von Simon[2]). Ein junger Mann von 19 Jahren, der gleichzeitig an visceraler Lues litt, hatte sich eine Fractur des Unterschenkels zugezogen, an welchem sich während der sehr protrahirten Heilung periostale Auftreibungen der Tibia zeigten. Erst nach 7 Monaten war die Fractur so weit consolidirt, dass Patient ohne Krücken gehen konnte. Allein nach kurzer Zeit stellte sich wieder abnorme Beweglichkeit an der Bruchstelle und ein Jahr später noch an einer

---

[1]) Gellé, Des fract. chez les syphilitiques. Paris 1884.
[2]) Arch. f. Dermatol. u. Syphilis. III. 1871. S. 551.

anderen Stelle desselben Unterschenkels ein. Nach dem 2 Jahre später an Ascites und starken Blutungen erfolgten Tode ergab die Sektion 3 unvereinigte Bruchstellen an der Tibia, die sich daselbst auffällig porös zeigte.

§. 427. Eine gesonderte Erwähnung verdienen endlich noch diejenigen Fälle, in denen an der Stelle eines bereits bestehenden Knochengumma durch eine meist nur unbedeutende Gewalt eine Fractur, also eine syphilitische Spontanfractur sich ereignet. Lassen wir die Beobachtungen aus älterer Zeit ausser Betracht, so ergibt sich aus den nachstehend angeführten Beispielen, dass der weitere Verlauf dieser Spontanfracturen sich in verschiedener Weise gestalten kann.

Trotz der in die Bruchstelle des Knochens eingelagerten Gummageschwulst kann nämlich die Heilung in der gewöhnlichen Zeit zu Stande kommen, wenn rechtzeitig eine specifische Behandlung eingeleitet wird. Zum Beweise mögen folgende Beobachtungen dienen.

Beobachtung von Dreschfeld[1]). Ein vor vielen Jahren inficirter, mit verschiedenen Erscheinungen tertiärer Syphilis behafteter Mann hatte ohne bekannte Veranlassung eine Fractur der Clavicula erlitten, nachdem sich daselbst vorher eine Geschwulst gebildet hatte. Bei gemischter Quecksilber- und Jodbehandlung verschwand der Tumor und erfolgte rasche Consolidation.

Beobachtung von Breda[2]). Bei einer 57jährigen Frau, welche mit multiplen gummösen Knochengeschwülsten behaftet war, entstand durch eine gewaltsame Bewegung ein Bruch des Schlüsselbeins, an welchem sich eine mehr als nussgrosse indolente Anschwellung befand. Unter Jodbehandlung war nach 6 Wochen völlige Heilung eingetreten.

Beobachtung von Paget[3]). Ein früher inficirter Mann von 25 Jahren, der an Knochenschmerzen besonders in der Mitte des linken Oberarmes litt, zog sich daselbst bei einer stärkeren Anstrengung eine Fractur zu. Die Heilung erfolgte bei Jodbehandlung in 6—7 Wochen.

Oder es verzögert sich in solchen Fällen die Consolidation mehr oder weniger lange Zeit, wird jedoch schliesslich durch die specifische Behandlung erzielt, wie folgende Beispiele lehren.

Beobachtung von Delens[4]). Eine seit Jahren syphilitische und mit multiplen Gummageschwülsten behaftete Frau von 40 Jahren erlitt beim Aufheben eines Gegenstandes einen Bruch des Schlüsselbeins, das in seiner ganzen Länge mit Auftreibungen und an der Bruchstelle mit einem nussgrossen Gummaknoten besetzt war. Die Heilung erfolgte bei Jodbehandlung erst nach mehr als 3 Monaten.

Beobachtung von Pellizari[5]). Bei einer Frau, welche seit 6 Jahren an syphilitischen Hautgeschwüren, Auftreibung beider Tibiae, Anschwellung der Kniee und Ozäna gelitten hatte, entwickelte sich eine spindelförmige glatte Auftreibung der Mitte des Humerus, welche als endostales Gumma erkannt wurde. Daselbst erfolgte beim Rühren eines Breies eine Fractur, deren Heilung sich verzögerte, bis sie durch grosse Dosen Jodkali erzielt wurde. Nach einigen Monaten kam es an der früheren Bruchstelle zu einer recidiven Fractur, welche nach 2 Monaten wieder fest war.

In einer letzten Reihe von Fällen endlich kommt die Consolidation gar nicht zu Stande, sondern es bleibt dauernd eine Pseudarthrose zurück.

---

[1]) Med. Tim. and Gaz. 1881. Vol. II. p. 283.
[2]) Gellé l. c. p. 40.
[3]) Med.-chir. Transact. Vol. 51. 1868. p. 147.
[4]) Gaz. des hôpit. 11 août. 1864.
[5]) Wien. med. Wochenschr. 1855. S. 337.

Beobachtung von Debove[1]). Ein Unteroffizier hatte zu einer Zeit, als er an multiplen syphilitischen Knochenaffektionen, insbesondere der Tibia und des unteren Endes des Radius litt, bei einem Gewehrgriff den Radius an der erkrankten Stelle gebrochen. Die Fractur nahm ihren Ausgang in Pseudarthrose und nach dem 20 Jahre später erfolgten Tode des Mannes gelangte Debove in den Besitz des Präparates.

Beobachtung von Elliot[2]). Spontanfractur bei einem seit 7 Jahren syphilitischen Manne in der Mitte des Humerus, wo vorher eine Auftreibung des Knochens bemerkt worden war. Nachdem 7 Monate später der Kranke an Albuminurie zu Grunde gegangen war, fand sich eine feste fibröse Vereinigung, während der Knochen rauh, aufgetrieben und von mehreren Oeffnungen durchbrochen war, die in die Markhöhle führten (Osteomyelitis gummosa).

Beobachtung von Neumann[3]). Spontanfractur des Humerus bei einem seit 12 Jahren syphilitischen Manne, welcher gleichfalls an visceraler Lues litt und nie eine Merkurialkur durchgemacht hatte. Nach dem Tode des Kranken fand sich ausser Gummageschwülsten des Schädels und der Leber eine Pseudarthrose des Humerus mit daumenbreitem Abstand der Fragmente, in Folge eines durch Gumma bewirkten Knochendefektes. Ausserdem fand sich zwischen den Fragmenten ein haselnussgrosser poröser Sequester und eine ausgedehnte Sklerosirung der Knochenenden.

§. 428. Ausser der Syphilis scheint auch unter Umständen der Skorbut und Diabetes eine Störung der Fracturheilung zur Folge zu haben. Verneuil[4]) hat unter 4 bei Diabetikern beobachteten Fracturen je einmal normale, verzögerte und unvollkommene Consolidation sowie Pseudarthrose eintreten sehen. Diese geringe Anzahl der Beobachtungen gestattet jedoch vorläufig noch kein sicheres Urtheil über den Einfluss der genannten Krankheit.

b. Lokale Ursachen.

§. 429. Während die angeführten allgemeinen Ursachen hie und da für die Verzögerung der Callusbildung verantwortlich zu machen sind, haben sie für die Entstehung der wirklichen Pseudarthrosen fast gar keine Bedeutung. Findet sich doch in unserer gesammten Casuistik der Pseudarthrosen nur in einigen vereinzelten Fällen eine Constitutionsanomalie notirt, vielmehr gewöhnlich ausdrücklich die übrigens ungestörte Gesundheit und normale Constitution des Betreffenden hervorgehoben. Hiefür spricht noch weiter die Thatsache, dass in manchen Fällen von Pseudarthrose — unsere Casuistik enthält 21 solche Beobachtungen — ausser der unvereinigten Fractur gleichzeitig noch Brüche anderer Skelettheile oder Doppelbrüche desselben Knochens zu Stande gekommen waren, welche in normaler Weise geheilt sind. Dazu kommen noch die sehr zahlreichen Fälle von gleichzeitiger Fractur zweier Parallelknochen, von denen der eine heilt, der andere unvereinigt bleibt.

Es treten somit die lokalen Verhältnisse, welche der Heilung ungünstig sind, entschieden in den Vordergrund. Allein auch diese, so zahlreich sie sind, bilden mit wenigen Ausnahmen ebenso wie die allgemeinen Ursachen kein absolutes Hinderniss, da auch bei ihrer

[1]) Semaine méd. 1884. p. 185.
[2]) Brit. med. Journ. 1869. p. 347.
[3]) Wien. med. Blätter. 1882. Nr. 51.
[4]) Bull. de l'acad. de méd. 47. 1883. p. 934.

Gegenwart die Heilung oft genug ungestört vor sich geht. Daher ist es im Einzelfalle oft ausserordentlich schwer oder unmöglich, die Ursache des Misserfolgs zu erkennen, so dass in sehr vielen Fällen letztere selbst von den erfahrensten Beobachtern als völlig unbekannt angegeben wird. Anstatt jedoch sich mit der Annahme einer besonderen Idiosynkrasie gegen die knöcherne Vereinigung zu behelfen, besteht unsere Aufgabe darin, die Bedeutung der einzelnen Momente für sich oder in ihrem Zusammenwirken an der Hand unserer reichhaltigen Casuistik zu untersuchen, soweit es eben die oft sehr ungenauen Beobachtungen gestatten. Immerhin finden sich in mehr als 400 Beobachtungen bestimmte für die Heilung ungünstige Momente verzeichnet, welche uns einige Anhaltspunkte für deren praktische Bedeutung geben können.

Es lässt sich nämlich mit Bestimmtheit erkennen, dass am häufigsten eine ungünstige Beschaffenheit der Fractur, bedeutende Dislokation der Fragmente, sowie die Interposition von fremdartigen Theilen zwischen dieselben anzuschuldigen ist; in zweiter Linie eine fehlerhafte Behandlung, welche jene Hindernisse nicht beseitigt oder überhaupt ganz mangelhaft ist. Dagegen spielen alle übrigen Momente, welche wir in die Gruppe der accidentellen örtlichen Affektionen zusammenfassen wollen, wie Innervationsdefekte, Cirkulationsstörungen, Erkrankungen der Bruchenden und accidentelle Wundkrankheiten, nur eine ganz untergeordnete Rolle, da sie überhaupt nur in bestimmten Ausnahmefällen in Betracht kommen.

§. 430. 1) Ungünstige Beschaffenheit des Bruches.

Dieselbe steht unter den örtlichen Störungen der Callusbildung in erster Linie, denn je einfacher der Bruch ist, um so günstiger vollzieht sich die Heilung. Im Einzelnen kann die Ursache der Störung entweder durch einen sehr schrägen Verlauf der Bruchlinie, durch mehrfache und Splitterbrüche oder durch Complikation mit einer Hautwunde bedingt sein.

Dass die sehr schrägen Brüche im Allgemeinen weniger Neigung zu einer prompten Heilung besitzen, ist bekannt, da sie sich leichter soweit verschieben, bis die Bruchflächen nicht mehr in gegenseitigem Contact stehen. Ausserdem begünstigen sie aber auch, wie wir später nachweisen werden, die Interposition von Weichtheilen zwischen die Bruchenden, welche der Consolidation ein absolutes Hinderniss entgegenstellen. Wie nun überhaupt die Diaphysenfracturen meist Schrägbrüche sind, so findet sich in unserer Casuistik 140mal die schräge Beschaffenheit der Bruchflächen ausdrücklich erwähnt.

Ebenso bieten offenbar die durch direkte Gewalt entstandenen Brüche mit starker Quetschung der Bruchenden und des Periosts, also namentlich die Splitterbrüche, welche 19mal unter den subcutanen Fracturen vertreten sind, sowie die Doppelfracturen, welche 12mal angeführt sind, besondere Schwierigkeiten für die Vereinigung dar.

§. 431. Die offenen Fracturen liefern entgegen der früheren Annahme eine relativ grosse Zahl von Pseudarthrosen. Wie sich aus unserer oben (§. 415) zusammengestellten Tabelle ergibt, beträgt die Anzahl der unvereinigten Fracturen am

Oberarm . . . 376:	hievon	nach	subcut.	Fract.	306;	nach	off.	Fract.	70
Vorderarm . . 152:	„	„	„	„	119;	„	„	„	33
Oberschenkel 337:	„	„	„	„	304;	„	„	„	33
Unterschenkel 409:	„	„	„	„	307;	„	„	„	102

Unter insgesammt 1274 unvereinigten Fracturen sind somit 1036 nach subcutanen und 238 (22 Procent) nach offenen Fracturen zu Stande gekommen. Ja es bleibt sogar die Zahl der letzteren hinter der Wirklichkeit zurück, da hiebei, wie in dem ganzen Werke die Kriegsverletzungen nicht einbezogen und überdiess alle Beobachtungen ohne bestimmte Angabe den subcutanen Fracturen zugezählt sind. Da nun überhaupt von den Fracturen der langen Röhrenknochen etwa 11 Procent complicirte sind (s. o. §. 101), so liefern die offenen Fracturen relativ doppelt so viele unvereinigte Fracturen als die subcutanen.

Die Vereinigung der complicirten Fracturen stösst namentlich dann auf Schwierigkeiten, wenn die Bruchenden einen erheblichen Defekt erlitten haben, sei es dass zahlreiche Bruchsplitter primär oder nachträglich extrahirt, sei es dass die Bruchenden resecirt oder nekrotisch ausgestossen wurden. Allerdings kommt ja auch unter diesen Umständen oft genug eine knöcherne Heilung zu Stande, indem der Defekt bald mehr durch Annäherung der Bruchenden mit entsprechender Verkürzung des Gliedes, bald mehr durch Knochenregeneration ausgefüllt wird. Allein dieser günstige Ausgang tritt seltener bei älteren Leuten und nach ausgedehnter Splitterextraktion und Resektion ein, als bei jugendlichen Individuen und nach nekrotischer Exfoliation der Bruchenden, weil im letzteren Falle von dem erhaltenen Periost eher eine ausreichende Knochenregeneration zu erwarten ist. Zuweilen wird auch bei Fracturen des Unterschenkels und Vorderarmes, bei denen nur der eine Knochen einen Substanzverlust erlitten hatte, die Annäherung der Fragmente und ihre Vereinigung dadurch verhindert, dass der Parallelknochen rasch und ohne Verkürzung consolidirt ist. In unserer Casuistik finden sich 82 Fälle von Pseudarthrose in Folge von grossen Knochendefekten notirt.

Beispielsweise beobachtete Volkmann eine Pseudarthrose des Unterschenkels nach Ausstossung eines 17 cm langen, grösstentheils durch die ganze Dicke der Tibia gehenden Knochenstückes, Moutet nach complicirter Fractur in der Mitte des Vorderarmes einen Defekt der Ulna von 15 cm. In 2 Fällen von Nussbaum bestand eine Pseudarthrose der Ulna mit einem 5 cm langen Defekt zwischen den Bruchenden.

§. 432. Die relativ grosse Anzahl von Pseudarthrosen nach complicirten Fracturen, welche unsere Casuistik ergibt, widerlegt somit die frühere Annahme, welche den offenen Fracturen nur geringe Neigung zu Pseudarthrosenbildung zuschrieb. Diese Annahme schien ja darin eine weitere Stütze zu finden, dass auch die Pseudarthrosen nach Schussverletzungen im Kriege als äusserst selten angesehen worden sind, wie es ausdrücklich von Stromeyer, Neudörffer, Fischer und Anderen angegeben wird. Berechnet man jedoch auf Grund von Invalidenuntersuchungen die Zahl der Pseudarthrosen im Verhältniss zu den conservativ behandelten und geheilten Schussfracturen der Röhrenknochen, so erscheint jene Ansicht keineswegs begründet.

Aus dem grossartigen amtlichen Berichte über den amerikanischen Secessionskrieg lässt sich berechnen, dass unter 8237 Schussfracturen der Diaphysen der langen Röhrenknochen, welche theils ohne Operation, theils mit Bruchendenresektion conservativ behandelt und geheilt wurden, 227mal der Ausgang in Pseudarthrose eingetreten ist (1:36). Hiebei stellen allerdings die mit primärer oder secundärer Bruchendenresektion behandelten Fälle, welche übrigens auch in unserer Statistik mit aufgenommen sind, ein ganz unverhältnissmässig grosses Contingent, da bei Eliminirung derselben sich nur 31 Pseudarthrosen auf 7733 Schussfracturen (1:236) ergeben. Die einzelnen Zahlen sind kurz folgende:

Geheilte Schussfracturen des Oberarmes: unter 2449 nicht operativ behandelten Fällen 6 Pseudarthrosen; unter 477 mit Resektion behandelten 164.

Geheilte Schussfracturen des Vorderarmes: unter 299 nicht operativ behandelten Fällen 2 Pseudarthrosen; unter den resecirten eine grosse, nicht näher angegebene Zahl von Pseudarthrosen.

Geheilte Schussfracturen des Oberschenkels: unter 1689 nicht operativ behandelten Fällen 16 Pseudarthrosen; unter 51 resecirten mindestens 6.

Geheilte Schussfracturen des Unterschenkels: unter 3296 nicht operativ behandelten Fällen 7 Pseudarthrosen; unter 275 resecirten mindestens 28.

§. 433. Vielleicht könnte man aber auch den Einwand erheben, dass die grössere Anzahl von complicirten Fracturen in unserer Statistik mit der Einführung der antiseptischen Wundbehandlung in Zusammenhang steht. Denn schon oft ist die letztere direkt als Ursache der Pseudarthrosenbildung beschuldigt worden, indem sie die entzündliche Reaktion auf ein so geringes Maass beschränke, dass sie überhaupt nicht ausreicht, um eine genügende Menge Callus zu bilden, — eine Annahme, die durch einzelne Misserfolge der antiseptischen Operation von Pseudarthrosen eine weitere Stütze erhalten hat. Wir haben jedoch schon früher (§. 266) nachzuweisen versucht, dass diese Gefahr nicht hoch anzuschlagen ist, da einerseits die entzündliche Reaktion an der Bruchstelle auch bei vollkommen aseptischem Verlaufe immer noch eine weit intensivere ist, als bei den subcutanen Fracturen, andererseits durch die Fernhaltung der Eiterung die Nekrose der Bruchenden und der zurückgelassenen Splitter vermieden wird. Wenn aber trotzdem seit Einführung der Antiseptik die Zahl der Pseudarthrosen nicht geringer oder sogar grösser geworden ist, so liegt der Grund darin, dass eben seither viel schwerere complicirte Fracturen der conservativen Behandlung unterworfen werden als früher, bei denen namentlich ausgedehnte Splitterextraktionen und Bruchendenresektionen vorgenommen werden müssen. Denn vordem sind die schweren Fälle mit ausgedehnter Splitterung und grossen Knochendefekten entweder primär amputirt oder, falls der Versuch der Erhaltung geschah, durch accidentelle Wundkrankheiten zum grössten Theile dahingerafft worden. So begreift es sich leicht, dass überhaupt die einst und jetzt conservativ geheilten Fälle kein gleichwerthiges Material liefern, um die Häufigkeit des Ausganges in Pseudarthrose zu vergleichen. Man braucht nur eine Reihe der nach antiseptischer Behandlung zurückgebliebenen Pseudarthrosen zu prüfen, um sofort zu erkennen, dass dieselben meist die Folgen grosser Knochendefekte sind.

Unsere frühere Statistik der antiseptischen Behandlung complicirter Fracturen (§. 263) ergibt, dass unter 168 offenen Brüchen der Diaphysen der langen Röhrenknochen, welche conservativ behandelt sind, 5mal der Ausgang in Pseudarthrose (1:33) und 10mal Verzögerung der Consolidation über 4 Monate beobachtet worden ist. Mit Ausnahme dieser ungewöhnlich schweren Fälle war die Heilungsdauer sogar eine kürzere als bei nicht antiseptischer Behandlung.

Hiezu fügen wir noch 317 neuere Beobachtungen, welche sich in folgender Weise vertheilen: Lister beobachtete unter 28 conservativ behandelten und geheilten Diaphysenfracturen 3 Pseudarthrosen; Wagner unter 77 Fällen 4; Krönlein unter 46 Fällen 2; Julliard unter 45 Fällen 3; Fischer unter 46 Fällen 1; Maas unter 36 Fällen 2. Unter meinen eigenen 45 Beobachtungen ist in keinem Falle der Ausgang in Pseudarthrose eingetreten.

Es ergibt sich hieraus eine Gesammtzahl von 485 complicirten Diaphysenfracturen, welche durch conservative antiseptische Behandlung geheilt sind, mit insgesammt 20 Fällen von Pseudarthrose (1:24).

434. 2) Erhebliche Dislokation der Fragmente.

Dieselbe ist ohne Frage eines der wichtigsten Hindernisse der Consolidation. Denn ein mangelnder Contakt der Bruchflächen muss selbstverständlich die Consolidation verzögern oder ganz verhindern. Am ungünstigsten wirkt daher offenbar ein weiter Abstand der Bruchenden in der Längsrichtung, wie er allerdings an den Diaphysen der Röhrenknochen fast nur bei offenen Brüchen mit Substanzverlust vorkommt, dagegen bei den Querbrüchen der Patella und des Olekranon als alleinige Ursache der gewöhnlichen fibrösen Vereinigung anerkannt ist. Ebenso wird die Vereinigung durch eine bedeutende seitliche Verschiebung und namentlich durch die so häufige Uebereinanderschiebung der Fragmente erschwert, falls hiebei die Bruchflächen ganz ausser Contakt gerathen; und wenn auch häufig genug trotz der höchsten Grade dieser Dislokation die Vereinigung in oft wunderbarer Weise zu Stande kommt, so kann doch gewiss in anderen Fällen, zumal wenn noch anderweitige ungünstige Momente einwirken, die Consolidation gänzlich verhindert werden. In der That finden sich in unserer Casuistik 115 Beobachtungen, in denen eine erhebliche Dislokation und Entfernung der Bruchenden erwähnt ist, darunter 75mal eine bedeutende Uebereinanderschiebung derselben.

Endlich ist noch in einigen Fällen als Ursache der Pseudarthrose eine derartige Umdrehung eines Fragmentes beobachtet worden, dass gar keine Berührung der Bruchflächen, sondern nur der mit Periost bedeckten Seitenflächen bestand.

Einen solchen Befund traf ich bei der Operation einer Pseudarthrose des Humerus an der Grenze zwischen dem mittleren und unteren Drittel und ebenso Mazel[1]) bei einer Pseudarthrose des Femur im unteren Drittel, bei welcher das untere Fragment gerade nach hinten umgedreht war.

§. 435. 3) Interposition fremdartiger Theile zwischen die Bruchenden.

Dieselbe ist eine weit häufigere Ursache der Pseudarthrose als bisher angenommen wurde. Sehen wir von der Interposition von aussen eingedrungener Fremdkörper ganz ab, bei denen es sich meist um steckengebliebene Projektile bei Schussfracturen handelt, so wird die Zwischenlagerung weitaus am häufigsten durch Muskel- und Sehnentheile, nur selten durch Nervenstämme, Theile der Gelenkkapsel, Bruchsplitter und vielleicht auch grosse Blutextravasate bewirkt.

§. 436. a. Die Interposition von Muskel- und Sehnentheilen hat bisher nirgends eine eingehendere Besprechung gefunden, trotzdem

[1]) Journ. de méd. et de chir. prat. T. 36. 1865.

sie in praktischer Beziehung von der grössten Wichtigkeit ist. Nachdem zuerst Ch. White auf die Möglichkeit einer solchen Interposition aufmerksam gemacht hatte, war S. Cooper der Erste, welcher eine von Earle (1828) beobachtete Pseudarthrose des Humerus durch Muskelinterposition beschrieb, die durch die Sektion constatirt worden war. Malgaigne führt ausser diesem Falle nur einen, Gurlt 8 weitere Beobachtungen an. Erst Ollier erkannte auf Grund einer auffallend grossen Anzahl eigener Beobachtungen die praktische Bedeutung dieser Complikation, indem er sie unter 10 Pseudarthrosen-Resektionen nicht weniger als 7mal vorfand und zwar 2mal am Oberschenkel, 4mal am Oberarm und 1mal am Vorderarm.

Um nun über die Häufigkeit des Vorkommens und das genauere Verhalten der Muskelinterposition Aufschluss zu gewinnen, habe ich aus unserer Casuistik 48 Fälle zusammengestellt, in denen dieselbe durch die Autopsie sicher gestellt ist. Hiezu füge ich noch folgende eigene Beobachtungen.

Ein kräftiger gesunder Mann von 36 Jahren hatte durch Auffallen eines grossen Baumstammes eine subcutane Fractur in der Mitte des Oberschenkels erlitten, welche mit Zug und Gypsverband behandelt wurde. Da nach 3 Monaten noch volle Beweglichkeit bestand und die Fragmente in Folge der Verschiebung des unteren Endes nach hinten und aussen sich weit von einander entfernt zeigten, wurde eine Muskelinterposition angenommen und die treppenförmige Resektion mit Knochennaht ausgeführt. Hiebei fand sich, dass das untere Bruchende die Muskeln an der hinteren und äusseren Fläche zum grössten Theile durchbohrt hatte und daher von dem oberen Fragment durch eine dicke zwischengelagerte Muskelschichte getrennt war. Während das obere Bruchende mit einem starken Fortsatz von knöchernem Callus versehen war, fehlte an dem unteren jede Spur von Callus. Die Consolidation war mehrere Monate nach der Operation noch nicht eingetreten.

Von den 49 Beobachtungen, in denen es sich meist um subcutane Fracturen handelt, betreffen 18 den Oberschenkel, 16 den Oberarm, je 7 den Unterschenkel und Vorderarm. Es besteht also eine ausgesprochene Prädisposition von Seiten des Oberschenkels und Oberarmes, welche wohl darin ihren Grund hat, dass diese Knochen die grösste Länge besitzen, von den dicksten Muskellagen umgeben sind und bei Continuitätstrennung grosse Neigung zu Dislokation aufweisen.

Der Mechanismus bei dem Zustandekommen der Interposition ist nämlich auf zweierlei Weise zu erklären. Entweder wird das eine Bruchende durch die fracturirende Gewalt in die umgebende Muskelmasse hineingetrieben, so dass es dieselbe theilweise oder ganz durchbohrt und zuweilen sogar noch die Haut perforirt. Am meisten wird dieses Anspiessen natürlich durch sehr scharfe und spitze Bruchenden begünstigt, wie denn in den meisten Beobachtungen die schräge Richtung der Bruchflächen ausdrücklich hervorgehoben ist. Hie und da können auch die beiden Bruchenden in divergirender Richtung sich in verschiedene Muskeln einspiessen, wie es wiederholt bei Pseudarthrose des Humerus beobachtet wurde, wobei das obere Fragment in den M. triceps, das untere in den M. biceps hineingetrieben war (Roser, Lloyd). Oder die Zwischenlagerung von Muskelsubstanz kommt erst secundär zu Stande, wenn letztere gleichzeitig mehr oder weniger mitverletzt oder zerrissen ist. Sind nämlich die Bruchenden nicht in genügender Berührung und immobilisirt, so kann bei Bewegungen derselben ein in

seiner Continuität getrenntes Muskelbündel eingeklemmt werden; oder es wird bei heftigen Contraktionen oder allmäliger Retraktion der Muskeln ein spitzes Bruchende mehr und mehr in die Muskelsubstanz eingespiesst.

Gehen wir noch etwas näher auf die speciellen Verhältnisse ein, so sind am Oberschenkel am häufigsten die Fracturen des mittleren Drittels, seltener die des unteren, nur ausnahmsweise die des oberen Drittels mit Muskelinterposition complicirt. Fast immer sind die Bruchstücke stark übereinander verschoben und bald das untere in die Muskulatur der Hinterfläche, bald das obere in die der Vorderfläche eingebettet. Die zwischengelagerte Muskelpartie ist oft sehr beträchtlich.

Am Oberarm handelt es sich fast nur um Fracturen im Bereich des mittleren Drittels. Am häufigsten sind Theile des M. triceps, zuweilen auch des M. biceps und M. brachialis internus interponirt.

Am Unterschenkel sind Muskelinterpositionen nur in dessen unterer Hälfte und zwar zwischen den Bruchenden der Tibia beobachtet. Meist war der M. tibialis antic. und M. flexor hallucis long. interponirt, einmal das untere Fragment nach hinten durch die Wadenmuskeln perforirt.

Am Vorderarm endlich handelt es sich meist um die typische Fractur des unteren Endes des Radius, wobei das Diaphysenende durch den M. pronator quadratus perforirt. In einem Falle von Pseudarthrose der Ulna war eine Beugesehne interponirt.

Die Folgen der Interposition liegen klar zu Tage: sobald eine hinreichend breite oder dicke Muskelportion zwischen die Bruchenden gelagert ist, um den Contakt der Bruchflächen zu verhindern, so ist mit Sicherheit der Ausgang in Pseudarthrose zu erwarten. Und zwar entsteht diejenige Form derselben, welche wir als isolirte Vernarbung der Bruchenden beschrieben haben. Wir betrachten somit auf Grund der vorliegenden zahlreichen Beobachtungen die dauernde Muskelinterposition als ein absolutes Hinderniss der Consolidation, im Widerspruch mit der Annahme von Gurlt, dass dieselbe „höchstens eine Verzögerung der Consolidation zur Folge habe, da die interponirten Weichtheile dem continuirlichen Druck der Fragmente in der Regel nicht lange zu widerstehen vermögen, vielmehr durch dieselben atrophiren und selbst ganz verschwinden und dann keinerlei Hinderniss mehr veranlassen.“ Denn dass eine zwischengelagerte Muskelportion so rasch verschwinden kann, ist weder erwiesen noch wahrscheinlich. Vielmehr liefert eine grosse Zahl von Beobachtungen den Beweis, dass selbst nach Ablauf von 1—2—6—10 Jahren das interponirte Muskelbündel, mehr oder weniger fibrös entartet, noch vorgefunden wird. Ollier hat sogar bei seinen Thierexperimenten wiederholt beobachtet, dass ein kleines interponirtes Muskelbündel, welches den Contakt der Bruchflächen und daher ihre Vereinigung nicht hindert, die betreffende Partie des Callus zur Resorption bringt und sich schliesslich befreit.

Da die Muskelinterposition zu den eklatantesten und wichtigsten Ursachen der Pseudarthrose gehört, ist eine rechtzeitige Erkenntniss und Beseitigung derselben allein im Stande, diesem Ausgange vorzubeugen. Wir werden daher später (§. 453) auf die diagnostischen Hülfsmittel näher eingehen.

§. 437. b. Die Interposition eines Nervenstammes allein oder zugleich mit Muskeltheilen ist bisher nur in 3 Fällen (Nélaton, Ollier) als Ursache von Pseudarthrosen beobachtet worden. Die Beobachtungen sind bereits früher (§. 316) angeführt worden.

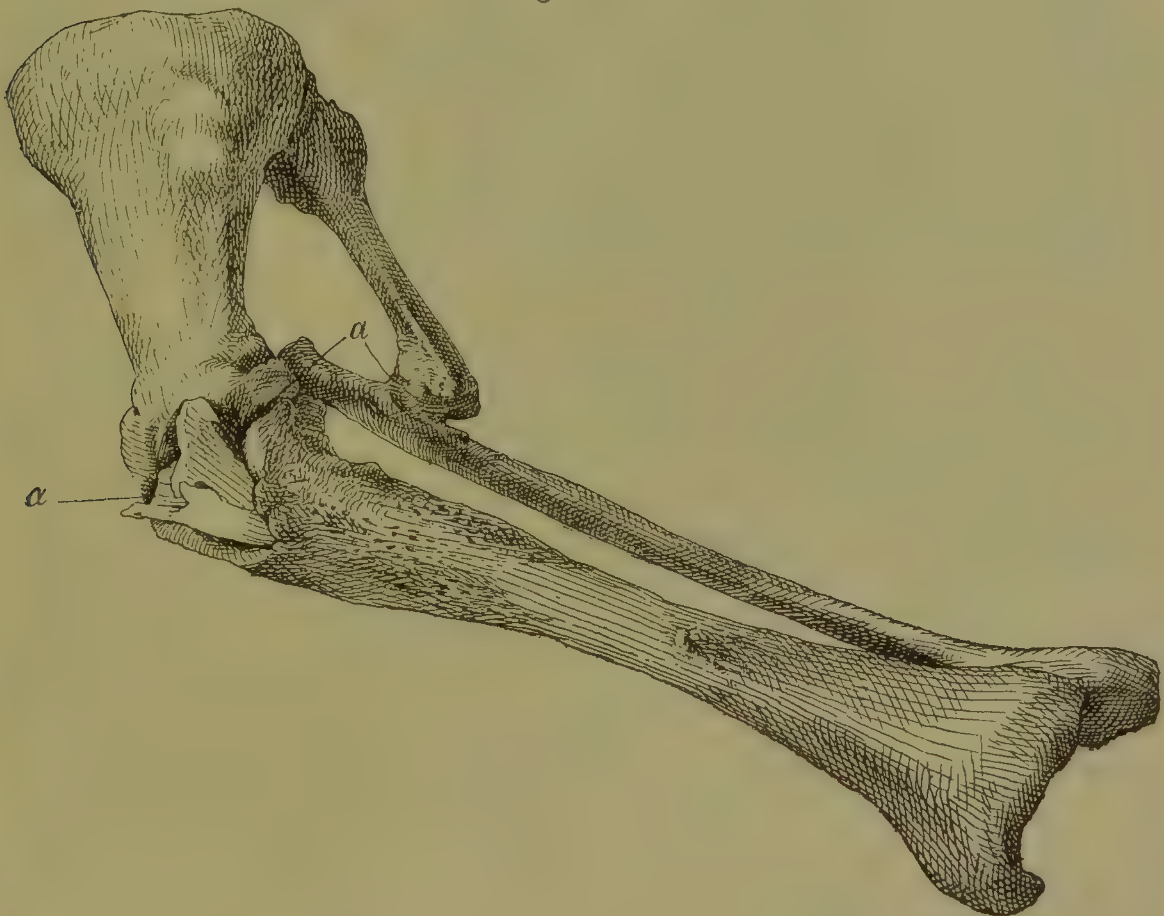
§. 438. c. Bei Fracturen, welche in ein benachbartes Gelenk penetriren, können ferner durch Interposition von Kapseltheilen Pseudarthrosen entstehen. Die folgende Beobachtung von Trendelenburg[1]) dient hiefür zum Beweise.

Es handelte sich um einen Schrägbruch im unteren Drittel des Femur, der ins Kniegelenk penetrirte und nach 5 Monaten noch nicht consolidirt war. Bei der Operation der Pseudarthrose zeigte sich, dass ein grosser Lappen der eingerissenen Gelenkkapsel zwischen die Bruchflächen eingeklemmt war.

§. 439. d. Eine weitere Ursache der Nichtvereinigung kann in der Zwischenlagerung von nekrotischen Bruchsplittern nach vorausgegangenen Comminutiv-Fracturen beruhen. Bei den offenen Fracturen nekrotisiren ja die ganz abgetrennten Bruchsplitter in der Regel und verhindern gar nicht selten die Consolidation, wenn sie in der Bruchspalte liegen bleiben.

Als Beispiel einer auf diese Weise entstandenen Pseudarthrose mag das in der beistehenden Figur 219 wiedergegebene Präparat dienen, das ich kürzlich von einem Manne gewann, der wegen gleichzeitiger Pseudarthrose des Unterschenkels und des Oberschenkels amputirt werden musste.

Fig. 219.



Pseudarthrose der Tibia und Fibula nach offenem Splitterbruch der Tibia. Zwischen den Bruchenden der Tibia eine mit Granulationen ausgekleidete Höhle, aus welcher mehrere grosse nekrotische Bruchsplitter hervorragen. *a a* Stelle der abnormen Beweglichkeit an der Tibia und Fibula.

Ausserdem kann aber auch, wie wir früher (§. 354) an einer Beobachtung von Gerdy gezeigt haben, noch nach vielen Jahren durch

---

[1]) Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. Chirurgie. Bd. VII. S. 89.

die eingekapselten Bruchsplitter eine entzündliche Resorption des Callus bewirkt werden, welche nachträglich zu Pseudarthrose führt.

Bei den subcutanen Fracturen dagegen heilen die Splitter fast ausnahmslos in den Callus ein und es sind mir nur 2 Fälle (Broca, Thiersch) bekannt, in denen dieselben nekrotisch wurden, einen Entzündungsherd in der Bruchspalte etablirten und die Heilung verhinderten. Der eine Fall ging mit Abscess- und Fistelbildung einher, der andere ohne Eiterung mit Einkapselung der Splitter in eine Granulationshöhle inmitten des Callus.

Die Beobachtung von Broca[1]) betrifft einen subcutanen Bruch in der Mitte des Femur in Folge eines Falles, welcher mit bedeutender Difformität und Verkürzung anscheinend zur Heilung gelangte. Bald darauf kam es zu Abscedirung an der Bruchstelle mit Zurückbleiben einer Fistel; 18 Monate nach der Verletzung ging der Patient an einem Erysipel zu Grunde. Die Autopsie ergab, dass die beiden seitlich aneinander verschobenen Fragmente durch eine knöchern-fibröse Brücke vereinigt waren, so dass nur sehr geringe abnorme Beweglichkeit bestand. Als Ursache der Pseudarthrose fand sich zwischen den Bruchenden ein grosser und zwei kleine nekrotische Bruchsplitter, welche in eine bindegewebige Kapsel eingebettet waren.

Beobachtung von Thiersch[2]). Ein Mann von 39 Jahren hatte durch Ueberfahrung einen schweren subcutanen Splitterbruch in der Mitte des Unterschenkels erlitten, welcher nach 4 Monaten consolidirt war. Drei Monate später entstand plötzlich wieder abnorme Beweglichkeit, Anschwellung und Schmerzhaftigkeit an der Bruchstelle. Bei der Operation der Pseudarthrose fanden sich die durch aufgelagerte Knochenwucherung um das Doppelte verbreiterten Bruchenden durch kurzfaseriges Bindegewebe vereinigt. Zwischen denselben war innerhalb der Callusmasse eine kleine, von Granulationen angefüllte Höhle, welche 4 kleine Bruchsplitter, aber keinen Eiter enthielt. Vollständige Heilung in 10 Monaten. Offenbar hatten die anfänglich eingekapselten Bruchsplitter eine rareficirende Ostitis mit Resorption des neugebildeten Fracturcallus bewirkt, in Folge dessen die recidive Fractur und Pseudarthrose entstand.

§. 440. e. Endlich scheint ausnahmsweise auch die Zwischenlagerung von Blutextravasaten, falls sie in ungewöhnlicher Menge vorhanden sind, eine nachtheilige Wirkung auf die Callusbildung auszuüben. Pflegen auch in der Regel selbst grosse Extravasate mit Leichtigkeit spontan resorbirt zu werden, so kann doch vielleicht eine von mir gemachte Beobachtung in jenem Sinne gedeutet werden. Bei der Operation einer seit mehreren Monaten bestehenden Pseudarthrose des Humerus wurde nämlich eine geräumige Höhle eröffnet, die mit flüssigem dunklem Blute gefüllt war. Der Bluterguss hatte das Periost am unteren Bruchende ringsum abgehoben, so dass der Knochen in der Länge von 4 cm frei in die Bluthöhle hineinragte; zugleich war die Knochensubstanz in derselben Ausdehnung deutlich porotisch und erweicht. Es liegt gewiss nahe, in diesem Falle das subperiostale Hämatom als Ursache der Nichtvereinigung anzuschuldigen. Die nachstehende Beobachtung von Kundrat kann als weitere Stütze für unsere Annahme dienen.

Bei einem 22jährigen Manne, der wahrscheinlich während eines epileptischen Anfalles eine Fractur des Oberschenkels erlitten hatte, bemerkte man nach 6 Wochen an der Bruchstelle eine pulsirende Geschwulst, welche sich allmälig vergrösserte. Nach dem 3 Monate später erfolgten Tode ergab die Sektion ein

1) Bull. de la soc. anat. 1854. p. 306.
2) Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. Chirurgie. Bd. VII. S. 93.

kolossales Aneurysma circumscriptum spur. der Art. femoralis, das sich unter der Muskulatur um die Bruchenden gebildet hatte und von schwielieg veränderter Muskelsubstanz begrenzt war. Die Arterie zeigte einen durch ein spitzes Bruchende bewirkten Riss, durch welchen sie mit dem Hämatom communicirte. An der Bruchstelle keine Spur von Callus.

§. 441. Fehlerhafte oder mangelnde Behandlung, sowie unzweckmässiges Verhalten des Verletzten.

Dieselben sind gleichfalls eine häufige Ursache von Pseudarthrose. Allerdings gehen wir hierin nicht so weit, wie unter Anderen Malgaigne, der ausdrücklich erklärt: „je crois fermement, que quand la réunion a manqué c'est le plus souvent au traitement qu'il faut s'en prendre" —, ein Verdikt, das offenbar zum Theil die Schuld daran trägt, dass so viele Autoren sich keiner Pseudarthrose im Gefolge der von ihnen selbst behandelten Fracturen erinnern oder stets constitutionelle Ursachen für dieselben verantwortlich machen wollen. Denn dass die Behandlung nicht in allen Fällen beschuldigt werden darf, in denen keine sonstigen Ursachen zu ermitteln sind, geht schon daraus hervor, dass in der That trotz der anscheinend günstigsten Verhältnisse und bei correkter Behandlung durch erfahrene Chirurgen die Consolidation sich hie und da abnorm verzögert oder ganz ausbleibt.

Trotz dieser Einschränkung trägt nun allerdings die mangelhafte oder mangelnde Behandlung sicherlich oft genug die alleinige Schuld. Den überzeugendsten Beweis hiefür scheint mir zunächst die ganz auffallend grosse Anzahl von unvereinigten Fracturen zu erbringen, welche sich bei Matrosen auf hoher See ereignet haben, denen es wochen- oder monatelang an jeder sachverständigen Hülfe fehlte. Harrison [1]) erwähnt ausdrücklich, dass aus diesem Grunde im Seehafen Liverpool ziemlich häufig unvereinigte Fracturen zur Beobachtung kommen, die übrigens in einem zweckmässigen Verbande noch gewöhnlich zur Heilung gelangen. Ebenso erwähnen auch Norris [2]) und Curling [3]) die Häufigkeit von Pseudarthrosen, welche an Bord von Schiffen zu Stande gekommen sind. Ausserdem enthält unsere Casuistik noch eine grosse Zahl von Fällen, in denen entweder gar keine oder eine ganz ungenügende Behandlung, zum Theil durch Pfuscher stattgefunden hat oder ein widerspenstiges Verhalten der Kranken nachgewiesen ist. Auch Norris fand in seiner Zusammenstellung der Casuistik unter 44 Fällen, in denen besondere Ursachen der Pseudarthrose notirt waren, 22mal diese Ursache beschuldigt.

§. 442. Die Schuld der Nichtvereinigung ist unter diesen Umständen gewöhnlich in einer ungenügenden Immobilisirung der Fragmente zu suchen.

Dass häufige Bewegungen der Bruchenden die Fracturheilung verzögern oder verhindern, ist ja seit Celsus, welcher nur diese Ursache von Pseudarthrose kennt, von allen Autoren anerkannt worden. Auch sprechen hiefür die Experimente von Ollier, welche ergeben, dass durch tägliche, wenn auch in engen Grenzen wiederholte Bewegungen der Bruchenden das knorpelige Stadium des Callus ver-

---

[1]) Brit. med. Journ. Jan. 19. 1878. p. 77.
[2]) Op. cit. p. 40.
[3]) Lancet. Apr. 4. 1868.

längert und die Verknöcherung desselben verhindert wird. Bei einem dieser Versuche bewirkten diese fortgesetzten Bewegungen sogar eine völlige Resorption des Callus, so dass nach 28 Tagen der Callus ganz verschwunden und beide Fragmente nur durch eine röthliche faserige Masse verbunden waren. Ebenso konnten auch Rigal und Vignal (s. o. §. 410) durch lange fortgesetzte tägliche Bewegungen bei ihren Versuchsthieren fast immer Pseudarthrose erzielen.

Man wende also gegen den schädlichen Einfluss häufiger Bewegungen der Bruchenden nicht mehr ein, dass dieselben bei Thieren die Consolidation nicht stören. Denn wenn auch bei Thieren ohne künstlichen Schutz gewöhnlich die Heilung erfolgt, so ist zu bedenken, dass letztere überhaupt viel leichter und rascher als beim Menschen zu Stande kommt, und dass während dieser kurzen Heilungszeit die Bruchstelle gewiss recht geschont und durch Muskelspannung immobilisirt wird.

Die ungenügende Immobilisirung wird zuweilen dadurch verschuldet, dass der Fracturverband zu locker angelegt oder allzu häufig gewechselt wird. Trifft dies auch bei dem gebräuchlichen Gypsverband, wenigstens bei subcutanen Fracturen, viel seltener zu als bei der früheren Schienenbehandlung, so kann jener doch auch, wenn er während des Bestehens der Bruchgeschwulst angelegt worden ist, bei mangelnder Ueberwachung bald zu locker werden. Der häufigste Fehler aber ist jedenfalls der, dass der Verband nur den gebrochenen Theil des Gliedes umfasst, ohne auch die anstossenden Gelenke einzuschliessen, wie es namentlich in der Nähe des Rumpfes unerlässlich ist. Gewiss trägt dieser Fehler zum Theil die Schuld daran, dass gerade die Fracturen des Oberarmes und Oberschenkels die grösste Neigung zu Pseudarthrosenbildung aufweisen. Denn bei einem Oberarmbruch macht dann das obere Fragment die Bewegungen des Rumpfes, das untere die des Vorderarmes mit, zumal der Verletzte hiebei nicht einmal zur Bettruhe gezwungen ist. Und ebenso lässt sich auch bei einem Oberschenkelbruch eine völlige Unbeweglichkeit nur durch Einschluss des Beckens erzwingen, wie denn in der That unsere Casuistik eine Anzahl von Beispielen enthält, in denen allein durch einen solchen Verband die bisher lange verzögerte Heilung erreicht wurde.

Seltener ist die Immobilisirung eine zu kurz dauernde, indem der Verband zu früh abgenommen wird, ehe die Fractur ganz fest geworden ist. Wird dann sofort der Gebrauch des Gliedes in unvorsichtiger Weise wieder aufgenommen, so kann der Callus wieder erweichen oder ganz resorbirt werden. Zuweilen geschieht aber auch die frühzeitige Abnahme des Verbandes aus Furcht vor Ankylose der eingeschlossenen Gelenke, um möglichst bald mit passiven und aktiven Bewegungen derselben vorzugehen. Erwägt man, wie rasch sich die Versteifung immobilisirter Gelenke ausbildet und wie ausserordentlich schmerzhaft die ersten Bewegungsversuche sind, so leuchtet ein, dass letztere schon wegen der reflektorischen Muskelspannung mit ziemlicher Kraft ausgeführt werden müssen und daher die noch wenig resistente Bruchstelle wieder beweglich machen können. Mit vollem Rechte haben daher Paget und Callender auf die Gefahr dieses Vorgehens aufmerksam gemacht, das jedenfalls nur mit grösster Vorsicht und Schonung gestattet ist.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass die nothwendige Immobilisirung der Fragmente hie und da auch ohne Schuld des Arztes verhindert wird, falls nämlich der Verletzte entweder widerspenstig und unruhig ist, so dass er seinen Verband selbst immer wieder lockert und

verschiebt, oder in Folge krankhafter Zustände häufig wiederholten oder continuirlichen Muskelzuckungen unterliegt. So sind bei Geisteskranken und Deliranten (Snow), bei schwerer Epilepsie (de Leuw), Chorea (Breschet) und Paralysis agitans (Kirby) Verzögerung und Ausbleiben der Consolidation beobachtet worden.

§. 443. Die übrigen Nachtheile, welche der Behandlung zur Last gelegt werden, sind von geringerem Belang. Dass der frühzeitig angelegte circuläre Gypsverband, wie er jetzt allgemein gebräuchlich ist, die Entstehung von Pseudarthrosen begünstige, ist durch tausendfältige Erfahrung längst widerlegt. Jedoch steht so viel fest, dass der circuläre Gypsverband in Folge der vollkommenen Ruhestellung und Compression des ganzen Gliedes die Blutcirkulation einigermassen hemmt und daher die Callusbildung beschränkt und verlangsamt, im Vergleich zu der Extensionsbehandlung, bei welcher die Callusbildung entschieden rascher und voluminöser zu Stande kommt.

Diese Thatsache ist schon so oft, namentlich auch von Volkmann hervorgehoben worden, dass Bardenheuer, welcher die Extensionsbehandlung auf alle Extremitätenfracturen ausdehnt, mit der gegentheiligen Behauptung gewiss allein steht, dass nämlich bei der Extensionsbehandlung die Callusmenge stets eine sehr geringe sei, während „der mangelhaften Blutcirkulation, wie sie mit der Gypsverbandbehandlung viel mehr als mit der Extension verbunden sei, ein grosser Antheil an der Callushyperproduktion zufalle."

Immerhin erhellt aus Obigem, dass ein zu fester und einschnürender Verband, welcher Art er sein mag, die Callusbildung schwer schädigen kann. Gewiss wird hier häufig gefehlt, zumal beim Eingypsen einer frischen Fractur, wenn der zunehmenden Schwellung der Bruchstelle nicht durch reichliche Wattepolsterung Rechnung getragen wird.

§. 444. Im übrigen ist noch die allzu intensive oder zu lange fortgesetzte Anwendung der Kälte durch aufgelegte Eisblasen oder permanente kalte Irrigation als Ursache verzögerter Consolidation beschuldigt worden. Wollen wir auch nicht läugnen, dass hiedurch in der That die reparative Gewebswucherung niedergehalten werden kann, so erscheint doch dieser Umstand heutzutage von geringem Belang, seit bei der Fracturbehandlung die Anwendung der Kälte keine Rolle mehr spielt. Wir wissen ja, dass die Callusbildung kein Entzündungs-, sondern ein Regenerationsvorgang ist, und dass die zu offenen Fracturen hinzutretende Entzündung nicht durch Kälte, sondern durch Antisepsis bekämpft wird.

§. 445. Accidentelle örtliche Affektionen.

Nachdem wir die verschiedenen Störungen der Callusbildung, welche bei der grossen Mehrzahl der gewöhnlichen Fracturen in Betracht kommen, erörtert haben, erübrigt es noch eine Reihe von pathologischen Zuständen des gebrochenen Knochens oder Gliedes zu erwähnen, welche als Hindernisse der Callusbildung gelten.

Zu diesen gehören:

a. Innervationsdefecte,

b. Circulationsstörungen,

c. Erkrankungen der Bruchenden,

d. accidentelle Wundkrankheiten.

Da diese Ursachen überhaupt nur in einzelnen Ausnahmefällen in Betracht kommen, so ist ihre Bedeutung für die Pseudarthrosenlehre nur eine untergeordnete.

§. 446. a. Der Einfluss von Innervationsdefekten in den gebrochenen Gliedmassen auf die Callusbildung ist schon vielfach zum Gegenstand der Untersuchung durch das Experiment und die klinische Beobachtung gemacht worden. Allein die vielfach widersprechenden Angaben über die hiebei gewonnenen Erfahrungen haben bisher noch zu keiner Entscheidung der Frage geführt, so dass es nothwendig erscheint, das vorliegende Material einer erneuten Prüfung zu unterziehen.

Gehen wir von dem Einfluss aus, den die Innervation unter normalen Verhältnissen auf die Ernährung des Knochengewebes ausübt, so ist ein solcher sicher erwiesen. In zahlreichen Versuchen mit Durchschneidung der Hauptnervenstämme eines Gliedes ist nachgewiesen worden, dass dieselbe Knochenatrophie zur Folge hat.

Durch die Versuche von Schiff, Mantegazza, Vulpian, Philippeaux, Nasse, Kassowitz und Rasumowsky ist übereinstimmend erwiesen, dass die Aufhebung des Nerveneinflusses atrophische und Resorptionsprocesse in den Knochen nach sich zieht. Constant wurde eine Gewichtsabnahme und Verdünnung der Knochenröhren durch gesteigerte Resorption und verminderte Apposition, sowohl an der äusseren Oberfläche, als an der Innenfläche des Knochens in der Markhöhle beobachtet; ausserdem fand man bei langem Bestande der Lähmung eine vermehrte Porosität der Knochen. Diese Knochenatrophie erklärt sich, abgesehen von den trophischen Nerven, aus der Cirkulationsstörung, welche theils durch die Lähmung der vasomotorischen Nerven, theils durch die Lähmung der Muskeln bedingt ist. Der naheliegende Einwand, dass es sich hiebei um einfache Inaktivitätsatrophie in Folge der Muskellähmung handle, ist durch Controlversuche von Rasumowsky an eingegypsten Gliedern widerlegt worden.

In Uebereinstimmung mit diesen Ergebnissen des physiologischen Experimentes steht die klinische Beobachtung insofern, als nicht blos im Gefolge von Lähmungen (Hemiplegie, Paraplegie, Kinderlähmung). sondern auch in Zusammenhang mit gewissen Erkrankungen des Nervensystems Knochenatrophie sich einstellt, welche die höchsten Grade erreichen kann. Wir haben diese Form der neurotischen Anostose bereits als Ursache von Knochenbrüchen besprochen (§. 26).

Wie steht es nun mit dem Einflusse des Innervationsdefektes auf die Callusbildung?

Lassen wir zuerst wieder die Ergebnisse des Thierexperimentes sprechen, so können von vornherein nur diejenigen als beweiskräftig anerkannt werden, bei denen die gelähmte und gesunde Seite unter dieselben Bedingungen gesetzt und namentlich die Einwirkung äusserer Schädlichkeiten auf die Bruchstelle durch sichere Immobilisirung ausgeschlossen worden ist. Gerade die Beachtung oder Nichtbeachtung dieser Bedingungen erklärt wohl am ehesten die Widersprüche der einzelnen Experimentatoren.

Der erste derselben, Röchling[1]), fand nämlich, dass nach Durchschneidung des N. ischiadicus bei Kaninchen die Fracturheilung an der gelähmten Seite

---

[1]) Röchling, Dissert. de vi, quam nervi exercent in inflammationem etc. Bonnae 1834.

sich im Vergleich zur gesunden Seite sehr beträchtlich verzögere. Dasselbe Resultat erhielt Schröder van der Kolk[1]), zugleich war aber Gangrän an der Bruchstelle entstanden. Dagegen haben die gleichen Versuche von Nasse[2]) und H. Schulz[3]) zu keinem sicheren Resultate geführt, da es nicht gelang, beide Extremitäten durch den Verband vollständig zu immobilisiren.

Nur Kusmin[4]) vermochte diese Bedingungen bei seinen Versuchsthieren (18 Kaninchen) zu erfüllen und gelangte zu dem bemerkenswerthen Resultate, dass der Callus nach Nervendurchschneidung in allen Stadien mächtiger und fester ist, als an dem gesunden Gliede und namentlich die Kalkimprägnation des knorpeligen Callus und dessen Ossifikation rascher fortschreitet. Ebenso fand Ollier bei einem sehr exakt angestellten Versuche, dass der Callus an dem neurektomirten Gliede fester war, als an dem intakten.

Sollten diese Resultate bei weiteren Experimenten sich bestätigen, so darf jedenfalls die Aufhebung der Innervation nicht mehr unter den Ursachen der unvereinigten Fracturen aufgeführt werden. Einstweilen können jene Ergebnisse eine weitere Bestätigung darin finden, dass die aufgehobene Innervation bei Versuchsthieren auch die Heilung von Weichtheilverletzungen aller Art in keiner Weise stört (Joseph[5]), Schulz[6]), Nasse[7]).

Was endlich die Beobachtungen am Menschen betrifft, so sind dieselben wenig zahlreich und nicht geeignet, die Entscheidung zu geben. Denn die zum grössten Theil ungenauen Mittheilungen, welche pro und contra angeführt werden, sind zu verschiedenartig und einer willkürlichen Auslegung unterworfen, da es sich theils um partielle oder totale, theils um cerebrale oder spinale, theils um dauernde oder in der Heilung begriffene Lähmungszustände handelt.

Von solchen Beobachtungen, welche einen störenden Einfluss der Lähmung auf die Callusbildung beweisen sollen, führt Bognaud[8]), welcher als Schüler von Broca diese Ansicht vertritt, 8 Beispiele an. Sie betreffen fast sämmtlich Fracturen der unteren Extremitäten bei gleichzeitiger Wirbelfractur mit Paraplegie. Allein keine einzige ist hinreichend beweisend, da die Schuld ebensowohl auf die Schwere der Verletzung, den schlechten Zustand des Allgemeinbefindens, oder gleichzeitige Complikationen geschoben werden kann. Beispielsweise erfolgte in einem Falle der Tod an metastatischer Pyämie. In einem anderen waren ausser der Wirbelsäule und 14 Rippen die beiden Unterschenkelknochen an 7—8 Stellen gebrochen und schon nach 18 Tagen führte eine schwere Pleuritis zum tödtlichen Ausgang. Bedarf es da der Aufhebung des Nerveneinflusses zur Erklärung dafür, dass die zerstückelten Unterschenkelknochen keine Fortschritte in der Heilung gemacht haben?

Was dagegen diejenigen Beobachtungen betrifft, in denen die Fracturheilung an gelähmten Gliedern ungestört vor sich ging, so können wir den von Gurlt angeführten 4 Fällen 3 weitere von Cal-

---

[1]) Ogle, Influence of the nervous system upon bones. St. George's Hosp. Report 1871.
[2]) Pflüger's Arch. f. ges. Physiol. Bd. 23. 1880. S. 378.
[3]) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1873. Nr. 45.
[4]) Allg. Wien. med. Zeitung. 1882. Nr. 33.
[5]) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1871. Nr. 46.
[6]) Ibid. 1873. Nr. 45.
[7]) Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. 1880. S. 396.
[8]) Bognaud, Influence de quelques lésions du système nerveux sur la formation du cal. Thèse. Paris 1878.

lender[1]) und einen von Annandale[2]) hinzufügen. Meist handelt es sich um alte Leute mit lange bestehenden Hemi- oder Paraplegieen, bei denen die zum Theil durch geringfügige Gewalten entstandenen Fracturen auffallend rasch, vielleicht begünstigt durch die absolute Muskelruhe zur Heilung gelangten. Die anderen Fälle betreffen Paraplegieen in Folge gleichzeitiger Wirbelverletzung, die jedoch theils nur partiell waren, theils während der Fracturheilung wieder in der Rückbildung sich befanden.

§. 447. b. Unter den Ursachen der Cirkulationsstörungen, welche als Hindernisse der Consolidation gelten, ist zuerst die Unterbindung des Hauptarterienstammes zu erwähnen.

Es ist von vornherein plausibel, dass die bedeutende Verminderung der Blutzufuhr die Callusbildung wenigstens so lange zu verzögern vermag, bis die rasche Ausbildung des Collateralkreislaufes den Ausgleich wieder hergestellt hat, so dass ein dauernder Nachtheil nicht erwächst. Hiefür sprechen auch die Thierexperimente von Brodie, bei denen die Consolidation von Unterschenkelfracturen durch Unterbindung der A. femoralis um 1—2 Wochen verzögert wurde, aber sonst in gewöhnlicher Weise zu Stande kam. Die einschlägigen klinischen Beobachtungen haben wir bereits bei Besprechung der falschen Aneurysmen als Complikationen von Fracturen angeführt (§. 285): neben mehreren Fällen, in denen nach erfolgreicher Arterienligatur die Heilung sich verzögerte, ist in der Mehrzahl die Consolidation in der gewöhnlichen Zeit zu Stande gekommen.

Ferner ist die Venenthrombose neuerdings von Callender[3]) als Ursache von verzögerter Consolidation beschuldigt worden.

Dass ausgedehntere Thrombosen in den tieferen Venen bei Fracturen, namentlich des Unterschenkels häufig vorkommen, ist früher (§. 297) nachgewiesen worden. Ihre Ursache ist in einer Quetschung, Einreissung oder Zerreissung von Venen, hie und da auch in einer Compression derselben durch ein gespanntes Extravasat oder einen einschnürenden Verband zu suchen. Von der Verletzungsstelle pflanzt sich die Thrombose bis in die grösseren Venenstämme fort und die Folge der venösen Stauung ist ein derbes hartnäckiges Oedem. Dieses letztere ist nach den Beobachtungen von Callender ein sicheres Zeichen, dass die Consolidation der Fractur sich lange verzögern wird; erst nach dem Verschwinden des Oedems macht dieselbe rasche Fortschritte. Eine Bestätigung dieser Angaben von Seiten anderer Beobachter liegt bisher nicht vor. Doch findet sich in unserer Casuistik in einigen Fällen von verzögerter Consolidation von Unterschenkelbrüchen ein hartnäckiges Oedem des Gliedes erwähnt.

Endlich ist noch die von Guéretin[4]) aufgestellte Ansicht zu erwähnen, dass diejenigen Fracturen, welche an solchen Stellen des Knochens ihren Sitz haben, die dem Blutstrom der Art. nutritia entgegengesetzt liegen, eine besondere Neigung zur Pseudarthrosen-

[1]) Med.-chirurg. Transact. Vol. 51. 145.
[2]) Edinb. med. Journ. June 1870. p. 1110.
[3]) Holmes, System of surgery. Vol. III. p. 366. — Med.-chirurg. Transact. Vol. 51. 1868. p. 143. — Brit. med. Journ. Nov. 30. 1872. p. 597.
[4]) Presse méd. 1837. Nr. 3 (Schmidt's Jahrb. Bd. 16. S. 209).

bildung aufweisen. Wir brauchen auf diese Ansicht nicht näher einzugehen, da sie schon von Gurlt als höchst unwahrscheinlich widerlegt ist.

§. 448. c. Unter den hieher gehörigen Erkrankungen der Bruchenden sind zweierlei Kategorieen zu unterscheiden.

Die erste Kategorie betrifft solche Affektionen, welche an der Bruchstelle schon vor der Entstehung des Bruches vorhanden waren und zugleich zum Zustandekommen desselben prädisponirt haben. Zu diesen gehören manche der Knochenaffektionen, welche wir als Ursachen von abnormer Knochenbrüchigkeit besprochen haben (§. 23—42), jedoch neigen keineswegs alle Arten von Spontanfracturen zur Pseudarthrosenbildung. Gerade die häufigste Art, welche auf den verschiedenen Formen von Knochenatrophie (senile, Inaktivitäts- und neurotische Anostose) beruht, nimmt gewöhnlich einen ganz normalen Heilungsverlauf und zeichnet sich sogar zuweilen durch voluminöse Callusbildung aus. Dessgleichen bleiben nach Spontanfracturen im Gefolge osteomyelitischer Totalnekrosen wohl Difformitäten, aber selten Pseudarthrosen zurück. Nur die durch grosse osteomyelitische Knochenabscesse bedingten Spontanfracturen haben Neigung zum Ausgang in Pseudarthrose, wie die nachstehenden Beobachtungen von Löwenhardt, Esmarch und Paget beweisen.

Beobachtung von Löwenhardt[1]). Bei einem 33jährigen Manne bestand seit 5 Monaten eine Pseudarthrose im oberen Drittel des Humerus. Bei der Operation fand sich der Knochen ganz ausgehöhlt und die von einer dünnen Rinde umschlossene Höhle enthielt Eiter und einen kleinen Sequester. Amputation.

Beobachtung von Esmarch[2]). Bei einem 17jährigen Mädchen, das von einer akuten Osteomyelitis des linken Oberschenkels ohne Aufbruch befallen war, erfolgte etwa im 3. Monate, nachdem die Erkrankung bald in ein chronisches Stadium übergetreten war, eine Spontanfractur des unteren Endes des Femur, welche nicht zur Heilung gelangte. Nach der Amputation fanden sich die beiden Bruchenden durch Granulationen getrennt, ausgehöhlt, rauh; beginnende Abschleifung der Fragmente und Pseudarthrosenbildung.

Beobachtung von Paget[3]). Bei einem 27jährigen Manne, welcher vor mehreren Jahren an heftigen Schmerzen und Anschwellung am unteren Ende des Oberschenkels erkrankt war, musste wegen völliger Gebrauchsunfähigkeit des Gliedes die Amputation des Oberschenkels gemacht werden. Man fand das untere Ende des Femur zu einer dünnwandigen Höhle erweitert und mit einer eingetrockneten eiterähnlichen Masse erfüllt. Durch die Condylen hindurch verlief eine Continuitätstrennung mit abgeschliffenen Bruchflächen.

Ferner pflegen auch die Spontanfracturen bei Osteomalacie ohne Schwierigkeit durch knöchernen Callus zu heilen, während bei Rachitis die Verkalkung des Callus und Consolidation der Fractur sich oft sehr lange verzögert. Dagegen bleibt bei den Continuitätstrennungen in Folge von Sarcomen, Carcinomen und Echinococcen der Knochen die Consolidation in der Regel aus, weil durch dieselben die knochenbildenden Gewebe zerstört werden. Immerhin kommen Ausnahmen vor, so dass man keineswegs, wie es häufig angegeben wird, aus der eingetretenen Consolidation die Gegenwart einer malignen Neu-

---

[1]) Löwenhardt, Ueber einen verbesserten Verbandapparat zur Behandlung der Knochenbrüche. 1840. S. 40.

[2]) Claussen, Beitrag zur Lehre von der Nekrose und dem Knochenabscess ohne Aufbruch. Inaug.-Diss. Kiel 1875. S. 6.

[3]) Med.-chir. Transact. Vol. 51. p. 154.

bildung an der Bruchstelle auszuschliessen berechtigt ist. Zum Belege hiefür dienen die bereits früher (§. 39) erwähnten Beobachtungen, in denen durch die Sektion die eingetretene Consolidation nachgewiesen ist.

Die Störungen der Fracturheilung durch Knochensyphilis sind bereits oben (§. 424—27) eingehend besprochen.

§. 449. Die zweite Kategorie von Fällen betrifft solche, bei denen die Erkrankung der Bruchenden erst nachträglich hinzutritt. Hiebei handelt es sich allein um die Nekrose der Bruchenden, welche so ausserordentlich häufig zu offenen Fracturen hinzutritt, wenn sie mit stärkerer Eiterung einhergehen. Da eine feste und solide Vereinigung der Fracturen meist erst dann zu Stande kommt, wenn die Sequestration und Elimination der Sequester sich vollzogen hat, so hängt die Dauer der Verzögerung der Heilung vorzugsweise von der Ausdehnung der Nekrose ab, welche bald nur eine partielle, bald eine totale ist, bald nur eines oder beide Bruchenden in verschieden langer Strecke befällt. Hie und da kommt es auch vor, dass kleine Bruchendensequester in derselben Weise wie nekrotische primäre Bruchsplitter anfänglich in den Callus eingekapselt werden und nach kürzerem oder längerem Bestande einer scheinbaren Heilung auf dem Wege einer rareficirenden Ostitis die nachträgliche Erweichung und Resorption des Callus bewirken.

§. 450. d. Schliesslich kann durch das Auftreten accidenteller Wundkrankheiten an dem gebrochenen Gliede, wie schwerer Erysipele, Phlegmonen und des Hospitalbrandes, eine Verzögerung der Callusbildung oder Wiederauflösung des bereits fertigen Callus bewirkt werden. Derartige Beobachtungen sind jedoch recht selten, namentlich im Verhältniss zu dem häufigen Vorkommen des Erysipels, und erfahrene Chirurgen, wie Callender, erwähnen ausdrücklich, niemals eine Verzögerung der Consolidation durch Erysipel beobachtet zu haben.

Diagnose.

§. 451. Die Diagnose einer unvereinigten Fractur an den Diaphysen der langen Röhrenknochen ist wohl immer leicht zu stellen. Es genügt hiezu der Nachweis einer fortbestehenden abnormen Beweglichkeit an der Bruchstelle, nachdem der zur Heilung erforderliche Zeitraum erheblich überschritten ist.

Die weitere Unterscheidung dagegen, ob nur eine Verzögerung der Consolidation oder eine wahre Pseudarthrose vorliegt, ist häufig schwierig oder unmöglich, wenn jener Termin nicht schon sehr lange, mindestens seit einem halben Jahre abgelaufen ist. Unter allen Umständen ist hiezu eine genaue manuelle Untersuchung der Bruchstelle erforderlich, um das Vorhandensein oder Fehlen der Callusgeschwulst, den Grad der abnormen Beweglichkeit, das gegenseitige Lageverhältniss der Bruchenden, sowie die bei Bewegungen etwa vorhandene Schmerzhaftigkeit zu ermitteln. Ausserdem ist sorgfältig zu berücksichtigen, ob nicht etwa allgemeine oder lokale Complikationen vorhanden sind, sowie endlich der seit der Verletzung abgelaufene Zeitraum in Betracht zu ziehen.

§. 452. Die Annahme einer retardirten Consolidation ist im Allgemeinen um so eher gerechtfertigt, je deutlicher das folgende Bild ausgesprochen ist. Vor allem ist die abnorme passive Beweglichkeit an der Bruchstelle meist nur eine beschränkte, hie und da sogar minimale, so dass sich erst bei der Wiederaufnahme des Gebrauchs des Gliedes die ungenügende Festigkeit des Callus aus einer eintretenden Difformität verräth. Bei stärkeren, dem Gliede mitgetheilten Bewegungen empfindet der Patient Schmerz an der Bruchstelle, zum Beweise dafür, dass daselbst noch eine Art entzündlichen Zustandes andauert und sich noch kein wirklich stationärer Zustand ausgebildet hat. Im Uebrigen ist der Befund an der Bruchstelle verschieden, je nachdem die Bildung oder Verknöcherung des Callus sich verzögert. Im ersteren Falle sind die Bruchenden noch ziemlich beweglich und wenig durch Callusauflagerung verdickt, also fast noch in demselben Zustande wie unmittelbar nach der Verletzung. Im anderen Falle fühlt man an der Bruchstelle eine mächtige Callusgeschwulst, aber keine eigentliche Verschieblichkeit der Bruchenden gegen einander, sondern nur eine gewisse Biegsamkeit und federndes Nachgeben der Bruchstelle bei stärkeren Bewegungsversuchen.

§. 453. Das charakteristische Merkmal der ausgebildeten Pseudarthrose ist dagegen die freie und schmerzlose abnorme Beweglichkeit an der Bruchstelle. Ist dieselbe selbst bei straffen Pseudarthrosen leicht zu constatiren, so tritt sie bei den schlotternden Formen schon bei der blossen Besichtigung höchst augenfällig hervor, indem sich das Glied bei aktiven Bewegungen winklig knickt, oder durch Uebereinanderschiebung der Fragmente verkürzt, oder mit seinem peripheren Theile baumelnd herabhängt. Ausserdem findet man die Bruchenden gewöhnlich mehr oder weniger weit von einander dislocirt und ohne Spur von Callusauflagerung.

Neben den objektiven Erscheinungen ist bei der differentiellen Diagnose auch die seit der Verletzung verflossene Zeit zu berücksichtigen. In der That kommt diesem Moment aber nur ein sehr bedingter Werth zu. Denn nur bei mehr als halbjährigem oder jedenfalls einjährigem Bestande einer unvereinigten Fractur ist man berechtigt, die einfache Verzögerung der Consolidation auszuschliessen und wirkliche Pseudarthrosenbildung anzunehmen. Gerade während des ersten halben Jahres aber, wo die Unterscheidung praktisch so ausserordentlich wichtig ist, kann ebensogut der eine wie der andere Zustand vorliegen, da einerseits die Verzögerung sehr wohl ein halbes Jahr und länger dauern kann, andererseits bei einem absoluten Hinderniss der Consolidation sich von vornherein eine Pseudarthrose entwickelt.

Gerade unter diesen letzteren Umständen ist aber die möglichst frühzeitige Erkenntniss des Hindernisses von grosser Wichtigkeit. Sie ist leicht, wenn das Hinderniss in einem weiten Abstand der Fragmente durch mangelhafte Reposition und Retention besteht, schwerer, wenn es sich um Interposition von Weichtheilen, namentlich Muskeln handelt. Und doch sollte man sich bei jeder frischen Fractur namentlich des Oberarms und Oberschenkels vergewissern, ob keine Muskelinterposition besteht, wie ich es mir seit der Beobachtung eines solchen Falles zum Grundsatz gemacht habe. Zur Erleichterung der

Diagnose dient zunächst die Kenntniss der Prädilektionsstellen, welche wir oben (§. 436) aus einem ansehnlichen Beobachtungsmaterial festgestellt haben. Fast immer sind die Fragmente weit von einander verschoben, so dass oft das eine ganz oberflächlich, das andere tief in den Weichtheilen verborgen liegt; hat das eine Bruchende sogar die Aponeurose perforirt und ist also subcutan gelegen, so lässt sich die Muskelinterposition sicher constatiren. Aber auch wenn das eine Bruchende sich nur in die Muskeln eingespiesst hat, fehlt trotz freier abnormer Beweglichkeit die Erscheinung der Krepitation, die sich auch bei genauer Untersuchung in der Narkose nicht nachweisen lässt. Auch kann man sich in zweifelhaften Fällen des Hülfsmittels der Osteophonie (s. o. §. 124) bedienen, welche bei Muskelinterposition eine bedeutende Abschwächung oder vollständige Aufhebung der Schallleitung ergibt. Weit leichter ist die äusserst seltene Nerveninterposition zu diagnosticiren, wie früher (§. 316) ausführlich besprochen wurde.

Im Uebrigen ist natürlich in besonderen Fällen sorgfältig darauf zu untersuchen, ob die Störung der Heilung nicht durch einen der allgemeinen oder lokalen Krankheitszustände verursacht wird, denen wir eine ätiologische Bedeutung zuerkannt haben.

Prognose.

§. 454. Auch in prognostischer Beziehung ist zwischen Verzögerung der Consolidation und wirklicher Pseudarthrosenbildung wohl zu unterscheiden, da erstere durch die einfache Fortsetzung der gewöhnlichen Fracturbehandlung, letztere nur durch besondere Verfahren zur Heilung zu bringen ist, oder nicht selten sogar wiederholten eingreifenden Operationen trotzt. Allein bei der Schwierigkeit der Diagnose muss auch die Prognose in praxi oft zweifelhaft bleiben, zumal ja nicht selten die verzögerte Consolidation in Pseudarthrose übergeht. Man kann daher nur den allgemeinen Satz aufstellen, dass die Prognose der unvereinigten Fracturen sich mit der Zeitdauer ihres Bestandes immer ungünstiger gestaltet, da dementsprechend die Ausbildung einer wirklichen Pseudarthrose immer wahrscheinlicher wird.

Die ungünstige Bedeutung einer Pseudarthrose ist vorzüglich in zwei Momenten begründet, nämlich einestheils in der Störung oder Aufhebung der Gebrauchsfähigkeit des betroffenen Gliedes, anderntheils in der Schwierigkeit der Radikalheilung.

§. 455. Der Grad der Funktionsstörung ist zunächst von den verschiedenen Formen der Pseudarthrose abhängig. In dieser Beziehung stehen sich die straffe und die schlotternde Pseudarthrose gegenüber. Bei der kurzen und straffen fibrösen Verbindung, sowie bei manchen Nearthrosen kann nämlich der in seiner Continuität unterbrochene Knochenhebel durch die Muskelspannung eine solche Festigkeit erhalten, dass das Glied zu einzelnen oder fast allen Bewegungen und Verrichtungen brauchbar ist. Sind diese Fälle mit auffallend geringer Funktionsstörung auch nur als Ausnahmen zu betrachten, so ist doch deren eine ganze Anzahl beobachtet worden, welche zum grössten Theile Pseudarthrosen der oberen, zum kleineren Theile

solche der unteren Extremitäten betreffen. Bei genauerer Betrachtung derselben findet man jedoch, dass ausser der Art und Weise der Verbindung der Fragmente auch die Form der in Contakt stehenden Knochenenden, die mehr oder weniger erhaltene Muskelkraft und die Uebung eine wichtige Rolle spielen. Die frappanteste Beobachtung ist wohl der nachstehende Fall von Letenneur[1]), in welchem trotz bestehender Pseudarthrose beider Unterschenkel das Gehen und selbst die Verrichtung schwerer Arbeit nicht behindert war.

Letenneur beobachtete in der Umgegend von Nantes einen Mann, welcher im Alter von 2—3 Jahren von seinem Vater zum Fenster hinausgeworfen eine Fractur beider Unterschenkel erlitten hatte, die ohne jede Behandlung geblieben war und den Ausgang in Pseudarthrose genommen hatte. Es bestand eine erhebliche Uebereinanderschiebung und freie Beweglichkeit der Fragmente, so dass man durch Zug die beiden Unterschenkel merklich verlängern konnte. Trotzdem konnte der Mann ohne jede Stütze gehen und schwere Arbeit als Lastträger verrichten.

Dagegen ist bei der langen und schlaffen fibrösen Verbindung, bei der isolirten Vernarbung der Bruchenden, sowie bei manchen schlotternden Nearthrosen das Glied in seiner Gebrauchsfähigkeit schwer geschädigt, zuweilen sogar ganz macht- und haltlos, so dass es nur als lästige Bürde empfunden wird. Hiezu kommt, dass durch den mangelhaften Gebrauch oder vollständigen Nichtgebrauch eine allgemeine Atrophie des Gliedes sich einstellt, welche die höchsten Grade erreichen kann.

§. 456. Ausserdem hängt der Grad der Funktionsstörung und Infirmität auch von dem Sitze der Pseudarthrose ab. Im Allgemeinen bedingen nämlich die Pseudarthrosen der oberen Extremität sicherlich eine geringere Infirmität und gestatten überdies, mit oder ohne Hülfe eines Tutors, wenigstens die Vornahme leichter Verrichtungen mit dem pseudarthrotischen Gliede. Bei den Pseudarthrosen der unteren Extremität ist dagegen die Schädigung der ganzen Existenz eine weit schwerere, da meist die Fortbewegung sehr mühsam und nur mit Krücken möglich ist. Denn abgesehen von der gewöhnlich vorhandenen beträchtlichen Verkürzung und der gestörten willkürlichen Bewegung des Gliedes ist der in seiner Continuität getrennte Knochenhebel nicht im Stande, die Körperlast zu tragen. Wenn trotzdem in einzelnen Fällen von Pseudarthrose des Oberschenkels mit freier Beweglichkeit das Gehen ohne Unterstützung möglich ist, so liegt die Erklärung darin, dass sich an einem der beiden übereinander geschobenen Fragmente ein Fortsatz aus Callus gebildet hat, der nach Art eines Sockels das andere Bruchende aufnimmt und stützt. Hiefür sprechen die folgenden Beobachtungen von Kuhnholtz, Broca und Lefort.

Beobachtung von Kuhnholtz[2]). Bei einer Pseudarthrose des Oberschenkels mit Uebereinanderschiebung der Fragmente bildete das untere Bruchende eine Art Gelenkkopf und artikulirte mit dem oberen mittelst einer Gelenkhöhle, welche sich an dessen hinterer Fläche auf einem durch Callus gebildeten Fortsatze befand.

Beobachtung von Broca[3]). Ein Mann, der sich durch Fall eine subcutane Fractur in der Mitte des Oberschenkels zugezogen hatte, war mit beträchtlicher

[1]) Bérenger-Féraud, Op. cit. p. 584.
[2]) Journ. complément. du Diction. des sc. méd. 1819. T. III. p. 293.
[3]) Bullet. de la soc. anat. 1854. p. 306.

Difformität und enormer Verkürzung anscheinend geheilt und konnte, allerdings hinkend, gehen, ohne dass man eine Pseudarthrose vermuthete. Nachdem derselbe an einem Erysipel zu Grunde gegangen war, fanden sich die beiden Fragmente in der Längsrichtung aneinander verschoben und durch eine theils knöcherne, theils fibröse Brücke miteinander verbunden, so dass abnorme seitliche Beweglichkeit bestand. Das obere Fragment ruhte auf einem durch Callus gebildeten Fortsatze am unteren Fragment, wie auf einem Sockel, so dass es sich mit aller Kraft nicht in der Längsrichtung verschieben liess.

Beobachtung von Lefort[1]). Ein 32jähriger Mann hatte seit seiner Kindheit eine Pseudarthrose in der Mitte des Oberschenkels mit so grosser Beweglichkeit, dass beim Liegen die grosse Zehe die Nase berühren konnte. Trotzdem waren die aktiven Bewegungen frei und der Mann war im Stande, 20—25 km weit zu gehen. Das untere Fragment war nämlich an der hinteren Fläche des oberen in die Höhe gestiegen und trug an seiner Vorderfläche eine vertiefte Gelenkfläche, gegen welche sich die Spitze des oberen Bruchendes beim Auftreten fest anstemmte.

Endlich ist der Sitz der Pseudarthrose noch insofern massgebend, als bei denjenigen Pseudarthrosen des Vorderarms und Unterschenkels, bei denen nur der eine Röhrenknochen unvereinigt geblieben ist, die Funktionsstörung oft nur eine geringe ist. Dies gilt sogar hie und da für die isolirten Pseudarthrosen der Tibia, bei denen die Fibula allein die Körperlast trägt. Hiebei hilft sich die Natur in merkwürdiger Weise dadurch, dass die Fibula in Folge der gesteigerten funktionellen Beanspruchung an Volumen zunimmt, bis sie kaum weniger stark als die Tibia ist. Als Beispiele dienen folgende drei von Gurlt gesammelte Fälle.

South beschreibt ein solches Präparat aus dem St. Thomas-Hospital in London: die Tibia ist unvereinigt geblieben, während die nicht gebrochene Fibula stark gekrümmt und enorm verdickt ist.

Chassaignac beschreibt ein ganz ähnliches Präparat einer Pseudarthrose zwischen mittlerem und oberem Drittel der Tibia mit starker Krümmung und Hypertrophie der gleichfalls gebrochenen und wieder geheilten Fibula, welche allein den Unterschenkel stützt.

Ward beobachtete bei einem 10jährigen Knaben, der 2—3 Jahre vorher eine schwere complicirte Fractur des Unterschenkels erlitten hatte, eine fibröse Pseudarthrose in der Mitte der Tibia mit ½ Zoll langem Abstand der Fragmente, während die Fibula stark verdickt und gekrümmt war. Der Knabe konnte bequem 3 englische Meilen gehen.

§. 457. Das andere ungünstige Moment in der Prognose der Pseudarthrosen ist die Schwierigkeit der Radikalheilung. Trotz mancher wichtigen Fortschritte in der Behandlung stehen wir eben noch auf demselben Standpunkte wie früher, dass kein einziges Verfahren sicheren Erfolg gewährt. Neben zahlreichen Fällen, welche durch einfache und unblutige Verfahren geheilt werden, müssen andere eingreifenden Operationen unterzogen werden, welche zwar häufig zum Ziele führen, nicht selten aber doch ganz erfolglos bleiben. So bleiben neben der Mehrzahl der Geheilten manche trotz aller Heilversuche ungeheilt, und einzelne büssen sogar die missglückten Versuche mit dem Verluste des Gliedes oder Lebens.

§. 458. Gehen wir auf die Aussichten der Radikalheilung etwas näher ein, so sind dieselben hauptsächlich von der verschiedenen Form

---

[1]) Bullet. de la soc. de chir. T. VIII. 454.

der Pseudarthrose, ihrem Sitze und der Dauer ihres Bestandes abhängig.

Unter den verschiedenen Formen der Pseudarthrose gibt die kurze, straffe, fibröse Verbindung der Fragmente, bei welcher geringe Beweglichkeit und keine Dislokation besteht, unstreitig die besten Aussichten. Denn es gelingt sehr häufig durch einfache unblutige Mittel, die zur Verschmelzung der Bruchenden erforderliche Callusbildung anzuregen. Je länger und schlaffer dagegen die Verbindung ist, und je weiter die Fragmente von einander abstehen, um so schwieriger ist die Heilung, die oft nur durch eingreifende Operationen zu erzielen ist. Insbesondere wird die Heilung erschwert, wenn an dem einen der beiden Vorderarm- oder Unterschenkelknochen eine Pseudarthrose mit weitem Abstand der Fragmente besteht, während der andere intakte oder wieder vereinigte Röhrenknochen die Annäherung der Bruchenden verhindert. Ebenso ist auch bei der isolirten Vernarbung der Bruchenden mit oder ohne Muskelinterposition, sowie bei den eigentlichen Nearthrosen nur von der Resektion Heilung zu erwarten.

§. 459. Ferner ist der Einfluss des Sitzes der Pseudarthrose auf ihre Heilbarkeit zu prüfen.

Hiezu dient die folgende Zusammenstellung der Endresultate in 936 Fällen, welche unserer Gesammtstatistik entnommen sind. Und zwar sind nur solche Fälle in dieser Zusammenstellung aufgenommen, in denen das Endresultat bekannt ist und seit der Verletzung mehr als 3 Monate verstrichen waren, um wenigstens die Mehrzahl der Fälle von einfacher Verzögerung der Consolidation auszuschliessen.

Es sind nämlich von

302 Ps. d. Oberarms	185 geheilt,	102 ungeheilt,	9 amput. u.	6 gest.
95 „ „ Vorderarms ..	77 „	15 „	— „	„ 3 „
258 „ „ Oberschenkels	158 „	42 „	33 „	„ 25 „
281 „ „ Unterschenkels	196 „	53 „	25 „	„ 7 „
936 Pseudarthrosen	616 geheilt,	212 ungeheilt,	67 amput. u.	41 gest.

Es beträgt somit die Anzahl der geheilten Fälle bei den Pseudarthrosen des Oberarmes 61 Procent, bei denen des Vorderarmes 81, des Oberschenkels 61 und des Unterschenkels 69 Procent. Die Prognose stellt sich also im Allgemeinen günstiger bei den Pseudarthrosen der vom Rumpf entfernten und zugleich zweiknochigen Extremitätenabschnitte, welche ja auch von vornherein geringere Prädisposition zu Pseudarthrosenbildung aufweisen.

Von der Gesammtzahl der 936 Pseudarthrosen, welche einem oder mehrfachen Heilversuchen unterzogen wurden, sind $^2/_3$ (65 Procent) geheilt worden.

Die weitaus grösste Lebensgefahr ist mit den Operationen der Oberschenkel-Pseudarthrosen verknüpft, von denen der 10. Theil einen tödtlichen Ausgang nahm und zwar meist durch Erysipel und Pyämie. Auch die grösste Anzahl der Amputationen fällt denselben zur Last, welche grösstentheils zum Zweck der Lebensrettung nach missglückten Operationsversuchen ausgeführt wurden, während die gleichfalls zahlreichen Amputationen bei Pseudarthrosen des Unterschenkels meist bei Kindern wegen Unheilbarkeit derselben und völliger Unbrauchbarkeit des Gliedes gemacht worden sind.

§. 460. Endlich ist von nicht geringerer prognostischer Bedeutung die Dauer des Bestandes der Pseudarthrose.

In dieser Beziehung geben die frischeren Fälle ungleich bessere Aussichten als die lange bestehenden Pseudarthrosen. Denn wie wir oben (§. 409) erörtert haben, stellt sich in Folge des aufgehobenen funktionellen Reizes allmälig eine zunehmende Atrophie der Weichtheile und namentlich der knöchernen Bruchenden ein, welche verdünnt, zugespitzt und erweicht werden. Am meisten trifft dies bei der isolirten Vernarbung der Bruchenden und den schlaffen fibrösen Pseudarthrosen mit weitem Abstand der Bruchenden zu, von denen ein grosser Theil allen Heilversuchen widersteht. Hiezu gehören aber ganz besonders die aus der ersten Kindheit stammenden Pseudarthrosen des Unterschenkels, weil bei diesen zu der Inaktivitätsatrophie noch das Zurückbleiben des Wachsthums sich gesellt, so dass in manchen Beobachtungen die Tibia selbst bei 15—17jährigen Personen nur Bleistiftdicke besass. Kein Wunder, dass von allen diesen Fällen fast kein einziger geheilt worden ist.

Um einen zahlenmässigen Beleg dafür zu liefern, in welchem Grade die Aussichten auf eine Radikalheilung der Pseudarthrosen bei längerem Bestande sich verschlechtern, dient die folgende Zusammenstellung derjenigen Fälle von Pseudarthrose, welche erst nach mindestens 1jährigem Bestande in Behandlung traten.

Es sind nämlich von

95	Ps. d. Oberarms	53 geheilt,	37 ungeheilt,	3 amput. u.	2 gest.
32	„ „ Vorderarms . .	23 „	9 „	— „	„ — „
66	„ „ Oberschenkels	29 „	13 „	14 „	„ 10 „
86	„ „ Unterschenkels	49 „	21 „	15 „	„ 1 „
279	Pseudarthrosen. . .	154 geheilt,	80 ungeheilt,	32 amput. u.	13 gest.

Während also von der im vorhergehenden Paragraphen ermittelten Gesammtzahl der unvereinigten Fracturen, bei denen seit der Verletzung mindestens 3 Monate verflossen waren, 65 Procent zur Heilung gelangten, ergibt die Radikalbehandlung der Pseudarthrosen von mindestens 1jährigem Bestande nur 55 Procent Heilungen.

Therapie.

§. 461. Die erste Aufgabe bei der Behandlung einer unvereinigten Fractur besteht darin, die etwa vorhandenen begünstigenden oder ursächlichen Momente sorgfältig zu ermitteln und thunlichst zu beseitigen. Es müssen also nicht blos etwaige äussere ungünstige Verhältnisse sowie allgemeine Ernährungsstörungen, Constitutionsanomalien und Krankheiten, sondern auch die örtlichen Hindernisse Berücksichtigung erfahren.

Mögen nun derartige Hindernisse vorliegen oder nicht, so ist die Behandlung unter allen Umständen dahin zu leiten, dass die für die Fracturheilung günstigsten Bedingungen hergestellt und die mangelhafte Callusbildung durch mildere oder stärkere Reize angeregt und befördert wird.

Die Behandlung ist demnach eine allgemeine und örtliche.

§. 462. Die **allgemeine Behandlung** ist in manchen Fällen von verzögerter Consolidation von nicht zu unterschätzender Bedeutung, während sie sich wirklichen Pseudarthrosen gegenüber als völlig wirkungslos erweist.

Vor Allem sind geeignete diätetische Maassregeln nicht zu versäumen, wie die Sorge für kräftige und reichliche Nahrung, deren Mangel hie und da als Ursache zu beschuldigen ist, sowie für Aufenthalt in guter, womöglich frischer Luft. Auch ist darauf zu achten, dass der gewohnte Genuss von Reizmitteln, der vielleicht seit der Verletzung unterbrochen war, in mässiger Menge wieder aufgenommen wird. Hieher ist auch die von O. Fischer und Bardenheuer[1]) gerühmte Verabreichung von reichlichen Mengen Senf zu rechnen, welche bei mangelhafter Callusbildung von gutem Erfolge sein soll. Die Wirkung dieses Mittels ist offenbar nur die eines guten Stomachicums, das durch Anregung des Appetits und der Verdauung die Ernährung und damit auch die Callusproduction befördert. Daneben sind eventuell die geeigneten Mittel zur Beseitigung vorhandener Schwäche- und Inanitionszustände, sowie constitutioneller Krankheiten (Syphilis, Skorbut, Diabetes) zu verabreichen.

Ausserdem hat man vielfach die innerliche Darreichung von Medikamenten versucht, denen man eine specifische Wirkung auf die Beförderung der Bildung und Verknöcherung des Callus zuschrieb. Hauptsächlich sind es die Kalkpräparate, welche man in Form von phosphorsaurem Kalk oder Kalkwasser anwandte, ohne dass jedoch von zuverlässigen Beobachtern irgendwelche Erfolge wahrgenommen worden sind. Denn wenn auch von E. Voit[2]) der Nachweis geliefert ist, dass vollständige Entziehung des Kalks in der Nahrung rachitische Knochenveränderungen bewirkt, so enthält doch die gewöhnliche Nahrung eine hinreichende Menge, und von dem im Ueberschuss zugeführten Kalk wird nur sehr wenig resorbirt, beziehungsweise die etwa ins Blut aufgenommene Menge durch die Nieren wieder ausgeschieden.

Ebenso hatte man neuerdings grosse Hoffnungen auf die Phosphorbehandlung gesetzt, nachdem Wegner[3]) durch eine Reihe von Experimenten gezeigt hatte, dass bei fortgesetzter Darreichung kleinster Phosphorgaben ein reichlicherer, dichterer und soliderer Callus producirt wird, wie überhaupt bei wachsenden Thieren die während des Phosphorgebrauches neugebildete Knochenmasse auffallend dicht und hart ist. Allein trotz vielfacher Versuche hat die klinische Beobachtung diese Erwartungen nicht bestätigt, denn von keinem Beobachter ist ein günstiger Erfolg bei verzögerter Consolidation constatirt, ja sogar in manchen Fällen, in denen vom ersten Tage der frischen Fractur an die Phosphorbehandlung regelmässig durchgeführt wurde, eine beträchtliche Verzögerung der Heilung beobachtet worden (Billroth, Winiwarter).

Wir gelangen somit zu dem Schlusse, dass es bisher kein specifisches inneres Mittel zur Beförderung der Callusbildung gibt.

---

[1]) Bardenheuer, Jahresbericht über die chirurgische Thätigkeit im Kölner Bürgerhospital während des Jahres 1875. Köln 1876. S. 292.
[2]) Zeitschrift für Biologie. Bd. XVI. 1880. S. 55.
[3]) Virchow's Arch. Bd. 55. S. 11.

§. 463. Die **örtliche Behandlung** ist unter allen Umständen von entscheidendem Einfluss und bei wirklichen Pseudarthrosen allein von Erfolg.

Die hieher gehörigen einzelnen Mittel und Verfahren sind ausserordentlich zahlreich, aber wie es gewöhnlich in der Therapie der Fall zu sein pflegt, steht diese Zahl der Mittel mit ihrer Wirksamkeit im umgekehrten Verhältniss. Ihren Werth gegen einander abzuwägen, wird dadurch erschwert, dass die einzelnen Fälle von Pseudarthrose nicht unter sich vergleichbar sind, da manche durch jedes Verfahren geheilt werden, während andere jeder Behandlung widerstehen.

Bei der örtlichen Behandlung unterscheiden wir:

A. Die Radikalbehandlung.
B. Die Palliativbehandlung.
C. Die Amputation des Gliedes.

A. Radikalbehandlung.

§. 464. Wir werden die zahlreichen einzelnen Verfahren in nachstehender Reihenfolge besprechen, wobei wir auch denjenigen eine Stelle einräumen müssen, welche als unwirksam oder gefährlich verworfen werden sollen.

1) Immobilisirung und Compression der Bruchenden.
2) Bepinselung der Haut über der Bruchstelle mit Jodtinktur.
3) Constriktion des Gliedes oberhalb und unterhalb der Bruchstelle.
4) Permanente Extension der Bruchenden.
5) Friktion der Bruchenden.
6) Subcutane Zerreissung der Zwischensubstanz.
7) Injection von Reizmitteln in die Zwischensubstanz.
8) Akupunktur der Zwischensubstanz.
9) Elektropunktur und Ignipunktur der Zwischensubstanz.
10) Durchziehen eines Haarseiles durch die Zwischensubstanz.
11) Subcutane Skarifikation und Perforation der Bruchenden.
12) Eintreiben von Elfenbeinstiften, Nägeln oder Knochenschrauben in die Bruchenden.
13) Resektion der Bruchenden.
14) Knochentransplantation zwischen die Bruchenden.

1) Immobilisirung und Compression der Bruchenden.

§. 465. Die absolute Ruhe der Fragmente ist bei retardirter Consolidation entschieden das wirksamste Mittel, das in leichteren Fällen allein zur Heilung ausreicht, in schwereren aber neben der Anwendung anderer Verfahren nicht entbehrt werden kann. Die Immobilisirung ist desshalb bei den meisten unvereinigten Fracturen, bei denen es sich nicht um manifeste Pseudarthrosen handelt, zuerst zu versuchen und verspricht um so sichereren Erfolg, wenn die Ursache der Nichtvereinigung in einem mangelhaften Fracturverbande zu suchen ist, welcher häufige Bewegungen der Fragmente gestattete.

Die einfachste und sicherste Immobilisirung ist die in einem gut angelegten Gypsverbande, nachdem eine etwa vorhandene Dislokation

möglichst ausgeglichen ist. Besonderes Gewicht ist darauf zu legen, dass der Verband jedenfalls die beiden anstossenden Gelenke mit einschliesst. Gerade die Beachtung dieser letzteren Vorschrift hat in zahlreichen Fällen Heilung bewirkt, nachdem sie bei der Fracturbehandlung vernachlässigt worden war, wie namentlich bei Fracturen des Oberarmes und Oberschenkels. Erkennt man dann bei zeitweisem Wechsel des Verbandes ein stetiges Fortschreiten der Consolidation, so wird die Immobilisirung bis zur vollendeten Heilung fortgesetzt.

In einzelnen Fällen kann auch bei besonders rebellischer Dislokation eines Fragmentes ein direkter Druck auf dasselbe nothwendig werden, den man mittelst einer Pelotte oder des Malgaigne'schen Stachels ausübt (Ollier[1]). Früher wurde ein solches Aneinanderpressen der Bruchenden durch besondere Vorrichtungen viel geübt und hiezu theils eigene Apparate (Amesbury, Ballif) verwendet, theils Kapseln von Zinn (Brown), Leder (Inglis) und Guttapercha oder auch Schienen, welche mittelst eines umgelegten Tourniquets gegen die Bruchstelle angedrückt wurden (Brodie, Stanley).

Betrachten wir die Erfolge der Immobilisirung und Compression der Fragmente, so müssen diejenigen Fälle ausgeschlossen werden, in denen gleichzeitig oder kurz vorher andere Verfahren, wie namentlich Friktion, Applikation äusserer Reizmittel, Durchziehen eines Haarseils u. s. w., in Anwendung gezogen wurden, wenn auch sicherlich der Hauptantheil an dem Erfolge der Immobilisirung gebührt. Die erfolgreichen Fälle betreffen meist solche, in denen die Verletzung 2 bis 3 Monate bestand. Daneben finden sich aber auch solche mit einer Dauer von 6—12 Monaten und darüber, welche allein durch den Contentivverband behandelt und geheilt wurden. Durch die Applikation des Malgaigne'schen Stachels wurden mehrere seit 4—10 Monaten bestehende Pseudarthrosen des Ober- und Unterschenkels (Moore, Prince), durch Pelotten- und Schienendruck zwei seit 7 und 12 Monaten bestehende Pseudarthrosen des Oberschenkels und Oberarmes (Norris, Brodie), sowie eine seit 4 Jahren bestehende Pseudarthrose der Ulna (Tripler) zur Heilung gebracht.

2) Bepinselung der Haut über der Bruchstelle mit Jodtinktur.

§. 466. Dieses Mittel, zuerst von Buchanan (1828) empfohlen, gehört zu den bekanntesten und gebräuchlichsten Verfahren bei verzögerter Consolidation. Von Manchen als sehr erfolgreich gerühmt, von Andern als unwirksam verworfen, verdient dasselbe entschieden seinen Platz unter den die Callusbildung befördernden Mitteln; denn durch die experimentellen Untersuchungen von Schede[2]) ist erwiesen, dass eine einzige energische Jodpinselung der unverletzten Haut eine weit intensivere und tiefer greifende Reaktion hervorbringt, als man hat a priori annehmen können. Die reichliche Infiltration mit lymphoiden Zellen beschränkt sich nämlich nicht auf Haut und Unterhautzellgewebe, sondern erstreckt sich auch zwischen die Muskeln hinein und selbst ins Periost, ja es wird sogar in ziemlich tief

[1]) Bullet. de la soc. de chirurg. de Paris. 1867.
[2]) Archiv für klinische Chirurgie. Bd. XV. S. 14.

unter der Haut liegenden Knochen (im Femur bei Kaninchen) starke entzündliche Reizung des Knochenmarkes hervorgebracht.

Die geeignetste Anwendung findet die Jodpinselung als gelindes Reizmittel bei gleichzeitiger Anwendung der Immobilisirung. Nachdem der Gypsverband mit Fenster oder Klappe versehen ist, wird die Haut über der Bruchstelle täglich mit Jodtinktur bepinselt; man fährt hiemit bis zur erfolgten Heilung fort und setzt nur so oft aus, als es eine allzu starke Reizung der Haut verlangt.

Die Erfolge bei der Anwendung des Verfahrens lassen sich natürlich statistisch nicht ermitteln, da es nie allein für sich, sondern stets in Verbindung mit der Immobilisirung angewandt wird. Jedenfalls hat es vor anderen Hautreizen den Vorzug der leichten und einfachen Applikation. Aber selbst dieses scheinbar ganz unschuldige Mittel ist nicht absolut gefahrlos, da in 2 Fällen von verzögerter Consolidation aus der Klinik von Billroth und Volkmann durch die Jodpinselung sogar ein tödtlicher Ausgang verschuldet wurde.

In dem Falle von Billroth[1]) handelte es sich um verzögerte Consolidation nach subcutaner Fractur des Unterschenkels. Die täglich vorgenommene Bepinselung mit Tinct. Jodi fortior bewirkte eine heftige Dermatitis mit Phlegmone und Hautgangrän, welche tödtliche Pyämie im Gefolge hatte.

Der Fall von Volkmann[2]) betrifft einen jungen Mann von 18 Jahren mit einer Pseudarthrose der Tibia, welche nach einem 5 Monate vorher erlittenen Splitterbruch des Unterschenkels zurückgeblieben war. Die Jodpinselung bewirkte Blasenbildung und hieran schloss sich ein Erysipel, das zur Vereiterung des Knie- und Sprunggelenkes sowie der Fusswurzel führte. Trotz Vornahme der Amputation des Oberschenkels erfolgte der tödtliche Ausgang durch Pyämie.

Im Anschlusse an die Jodpinselung mag noch erwähnt sein, dass früher noch Reizmittel anderer Art bei Pseudarthrosen in Anwendung gekommen sind, nämlich reizende Pflaster und Salben, fliegende Vesicatore, sowie oberflächliche Verschorfung der Haut durch Aetzmittel und Glüheisen. Sie sind als obsolet zu betrachten.

3) Constriktion des Gliedes oberhalb und unterhalb der Bruchstelle.

§. 467. Das in neuerer Zeit von Dumreicher[3]) eingeschlagene Verfahren besteht darin, durch eine in bestimmter Weise regulirte Constriktion ober- und unterhalb der Bruchstelle an dieser letzteren einen Zustand von Hyperämie zu bewirken und zu unterhalten, welcher die Callusbildung anzuregen vermag.

Die Ausführung geschieht in folgender Art (vgl. Fig. 220).

Zuerst wird das Glied von der Peripherie bis zur Fracturstelle mit einer Flanellbinde eingewickelt. In der nächsten Umgebung der Fractur werden vier etwa 2—3 Zoll breite, aus graduirten Compressen gefertigte Keile in der Art angelegt, dass je zwei auf das obere und untere Bruchstück zu liegen kommen, indem sie ihre breiten Enden der Fracturstelle zuwenden. In dieser Stellung werden sie vorläufig durch Heftpflasterstreifen fixirt, um sie unverrückt an dem Gliede festzuhalten. Ueber diese Keile kommen nun zwei ihre breiten Enden gleichsam überbrückende Holzschienen, gegen welche das Glied nun mit einiger Kraft durch gut deckende Rollbinden fest bandagirt wird. Schliesslich wird die Extremität in einer Schiene sicher gelagert.

---

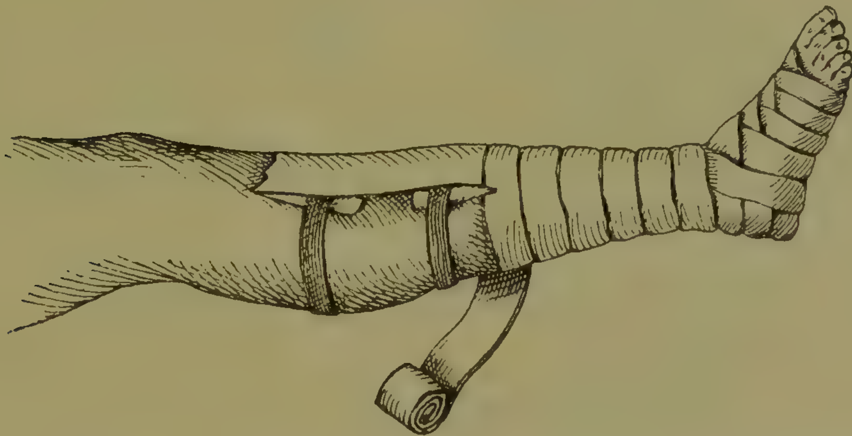
[1]) Billroth, Chirurgische Klinik. S. 494.

[2]) Volkmann, Beiträge zur Chirurgie. S. 52.

[3]) Nicoladoni, v. Dumreicher's Methode zur Behandlung drohender Pseudarthrose. Wien. med. Wochenschr. 1875. S. 81.

Diesen einzelnen Encheiresen liegt folgende Absicht zu Grunde. Die exakte Einwicklung des ganzen peripheren Theiles des Gliedes schützt gegen die schädlichen Folgen der centralen Constriktion. Die unterhalb der Bruchstelle fest angedrückten Keile sollen eine entsprechende Menge arteriellen Blutes daselbst zurückhalten, also eine aktive arterielle Hyperämie der Bruchstelle bewirken; die oberen Keile, welche weniger fest angedrückt werden, erschweren den Abfluss des venösen Blutes, ohne den arteriellen Zufluss zu hemmen. Auf diese Weise soll in der unmittelbaren Umgebung der Bruchstelle, welche allein von jedem äusseren Drucke frei bleibt, eine künstliche Hyperämie durch arterielle Hyperämie und venöse Stase erzeugt werden. In der That entsteht alsbald zwischen den Keilen eine mächtige derbe Schwellung der Weichtheile in Form eines ringförmigen Wulstes, welcher den unterliegenden Bruchstücken unverschiebbar anhaftet und bei Druck entschieden schmerzhaft ist. Die Keile bleiben zuerst 4 bis 6 Tage ununterbrochen liegen, dann wird einige Tage ausgesetzt und nun 3—4 Wochen lang der Verband täglich erneuert, oder auch einen Tag um den anderen ausgesetzt. In den günstigen Fällen bleibt die Schwellung bestehen, die Bruchenden werden verdickt, empfindlich und weniger beweglich, worauf ein geschlossener Gypsverband bis zur vollständigen Heilung angelegt wird.

Fig. 220.



Dumreicher's Methode zur Behandlung drohender Pseudarthrosen. Nach Nicoladoni[1]).

Ueber die Wirksamkeit des Verfahrens und seine praktische Bedeutung lässt sich zur Zeit noch kein Urtheil abgeben, da bisher nur sehr spärliche Beobachtungen vorliegen. Es sind mir nur 5 erfolgreiche Fälle bei verzögerter Consolidation bekannt, von denen 4 den Unterschenkel (Nicoladoni[1]), Schüller[2])), einer den Vorderarm (Senn[3])), betrifft. Jedenfalls eignet sich das Verfahren nur bei verzögerter Consolidation, nicht bei wirklicher Pseudarthrose. Der Verband muss sehr sorgfältig angelegt werden, um das richtige Maass der Constriktion ober- und unterhalb der Bruchstelle zu treffen, und ebenso sorgfältig überwacht werden, um etwaige schädliche Folgen der Cir-

[1]) a. a. O.
[2]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. X. S. 251.
[3]) Weekly med. Review. Sept. 29. 1883.

kulationsstörung rechtzeitig zu erkennen. Vielleicht leistet auch in manchen Fällen eine weniger lang anhaltende und häufiger unterbrochene Constriktion hinreichende Dienste, wie es die beiden von Schüller behandelten Fälle zeigen, in denen die Constriktion nie länger als 6—10 Stunden andauerte und in zweitägigen Zwischenräumen wiederholt wurde.

Der naheliegende Versuch, das Verfahren durch Anwendung von Gummibinden zu vereinfachen, ist wohl aus dem Grunde nicht zu empfehlen, weil der richtige Grad der Constriktion viel schwerer zu treffen ist und schon eine mässig fest einschnürende Gummibinde wegen der Schmerzen nicht ertragen wird.

Mit der Dumreicher'schen Methode hat ein von H. Thomas (Liverpool) eingeschlagenes Verfahren Aehnlichkeit, welches als „Perkussion" beschrieben ist. Es besteht zunächst in regelmässiger Perkussion der Bruchstelle mit einem Perkussionshammer (Massage in Form des Tapotements), welche entweder in stärkerem Grade wöchentlich 1—2mal oder in schwächerem Grade täglich vorgenommen wird. Ausserdem wird zeitweise ein Gummischlauch ober- und unterhalb der Bruchstelle umgelegt, um daselbst Congestion zu erzeugen, und zwar namentlich bei Nacht, wenn die Cirkulation schwächer ist. Neuerdings ist dieses Verfahren von Jones[1]) empfohlen worden, der mittelst desselben eine seit 3 Monaten bestehende Pseudarthrose des Humerus, sowie zwei seit einem Jahre bestehende Pseudarthrosen des Radius und der Ulna in kurzer Zeit zur Heilung gebracht hat.

4) Permanente Extension der Bruchenden.

§. 468. Die permanente Extension der Bruchenden findet nur eine beschränkte Anwendung in denjenigen Fällen von verzögerter Consolidation, welche durch eine erhebliche Uebereinanderschiebung der Fragmente verschuldet sind. Durch den anhaltenden Zug sollen die Bruchflächen allmälig in gegenseitige Berührung zurückgeführt und zugleich ein die Callusbildung befördernder Reiz ausgeübt werden. Am häufigsten ist das Verfahren bei Fracturen des Oberschenkels in Anwendung gekommen, jedoch liegen aus neuerer Zeit nur einige vereinzelte Beobachtungen vor; denn in Folge der jetzt allgemein üblichen Extensionsbehandlung der frischen Oberschenkelfracturen wird eine erhebliche Uebereinanderschiebung der Fragmente sicherer verhindert und eine reichliche Callusproduktion begünstigt. Man wird daher mit Vortheil dann von dem permanenten Zuge Gebrauch machen, wenn die Verzögerung der Heilung erst kürzere Zeit dauert und bisher keine Extensionsbehandlung stattgefunden hatte. Dagegen ist in schwereren Fällen stets die gewaltsame Extension und Zerreissung der Zwischensubstanz (siehe unten §. 473) vorzuziehen oder wenigstens vorauszuschicken.

Bezüglich der Ausführung kommt an Stelle der früheren zahlreichen Streckapparate jetzt nur die Heftpflaster-Gewichtsextension in Betracht, welche allein wirksam und ungefährlich zugleich ist.

Die Resultate lassen sich dahin zusammenfassen, dass unter 25 Fällen, von denen 20 den Oberschenkel betreffen, 21 durch die permanente Extension geheilt worden sind. Fast in allen diesen Fällen waren seit der Verletzung erst 2½—6 Monate verstrichen.

---

[1]) Lancet. Oct. 28. 1882.

5) Friktion der Bruchenden.

§. 469. Die Friktion der Bruchenden, welche schon von Celsus als Exasperation beschrieben worden ist, gehört noch jetzt zu den gebräuchlichsten und bewährtesten Verfahren. Je nach der Art, in welcher die Friktion ausgeübt wird, hat sie entweder den Zweck, auf gewaltsame Weise eine mechanische Läsion und Irritation an der Bruchstelle ähnlich wie bei einer frischen Fractur zu bewirken, oder auf langsamem Wege durch leichte mechanische und zugleich funktionelle Reizung die Ernährung und Regenerationsfähigkeit des Knochens anzuregen. Das Verfahren kann sowohl bei verzögerter Consolidation, als auch bei beginnender und selbst bei länger bestehender Pseudarthrose mit Erfolg angewandt werden. Denn unter 104 erfolgreichen Fällen unserer Casuistik waren 22mal 2—3 Monate, 45mal 3—5 Monate, 33mal 6—10 Monate und 4mal 1½—2 Jahre seit der Verletzung verflossen.

Die Friktion der Bruchenden kann durch zweierlei Verfahren erreicht werden, nämlich entweder durch gewaltsame manuelle Friktion, oder durch automatische Friktion beim Gebrauche des Gliedes. Beide Verfahren werden stets mit der Immobilisirung durch Contentivverbände combinirt.

§. 470. a. Die gewaltsame manuelle Friktion verspricht nur in denjenigen Fällen Erfolg, in denen die Bruchenden sich berühren und in dieser Lage fixirt werden können, vorausgesetzt, dass die Gewebe noch auf leichtere Reize reagiren, also bei retardirter Callusbildung und in den günstigsten Fällen der fibrösen Pseudarthrose.

Ihre Anwendung, welche eine gewisse Beweglichkeit der Bruchenden voraussetzt, geschieht so, dass man die beiden Fragmente einzeln mit den Händen fasst, die Bruchflächen gegeneinander drängt und heftig reibt, wobei die fibrösen Bedeckungen und Verbindungen der Bruchflächen zerrissen und zerstört werden. Diese Manipulationen werden täglich wiederholt und jedesmal energischer und länger ausgeführt, bis eine genügende örtliche Reaktion eingetreten ist. Man erkennt diese daran, dass die anfangs bald wieder nachlassenden Schmerzen sich mehr und mehr steigern, die Bruchstelle gegen Druck lebhaft empfindlich und geschwollen ist. Ist dieser Moment gekommen, so hat man sofort mit der Friktion aufzuhören und einen festen Verband, am besten einen Gypsverband, anzulegen, der ununterbrochen mehrere Wochen lang liegen bleibt.

Die Resultate dieses Verfahrens sind keineswegs so günstig, wie man bisher allgemein annahm, da nach unserer Statistik nur etwa der dritte Theil der Fälle geheilt wurde. Es sind nämlich von

52	unvereinigten	Fracturen	des Oberarmes	16	geheilt	u.	36 ungeheilt,
14	„	„	„ Vorderarm.	4	„	„	10 „
33	„	„	„ Oberschkls.	7	„	„	26 „
41	„	„	„ Untersch.	17	„	„	24 „

Also sind von insgesammt 140 Fällen 44 geheilt und 96 ungeheilt geblieben.

§. 471. b. Die automatische Friktion beim Gebrauche des Gliedes eignet sich vorzugsweise für unvereinigte Fracturen der unteren Extremität und hat sich sowohl bei verzögerter Consolidation als bei lange bestehenden Pseudarthrosen entschieden als das wirksamste Mittel bewährt. Es verdient daher dieses Verfahren, das „Heilgehen" oder „Festgehen" der unvereinigten Fracturen, eine häufigere Anwendung, als es seit seiner Empfehlung durch White [1]) bisher gefunden hat. H. Smith [2]) (Philadelphia) gebührt das Verdienst, das Verfahren zu einer besonderen Methode erhoben und in zahlreichen Publikationen auf seine Wirksamkeit hingewiesen zu haben.

Fig. 221.

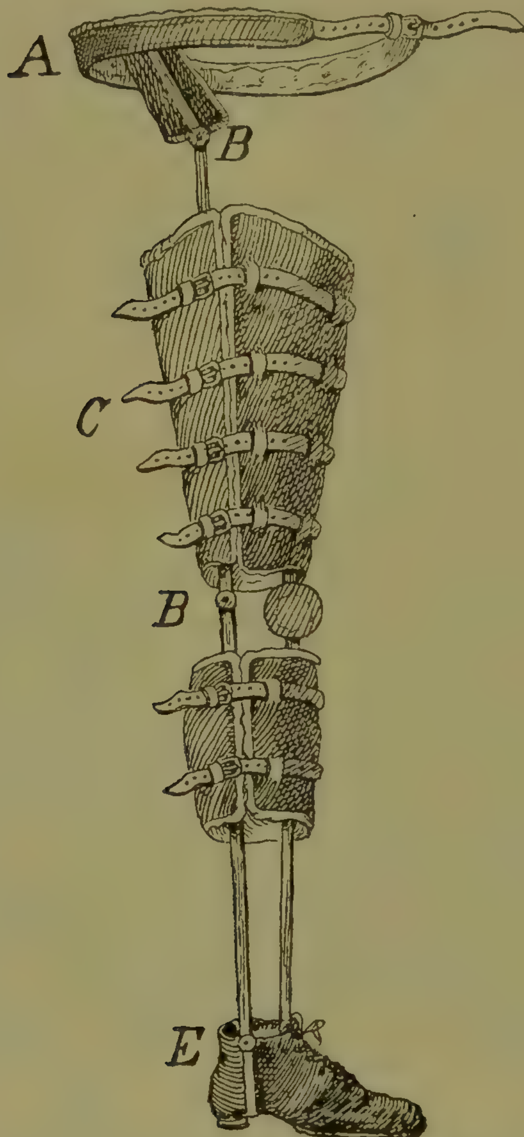
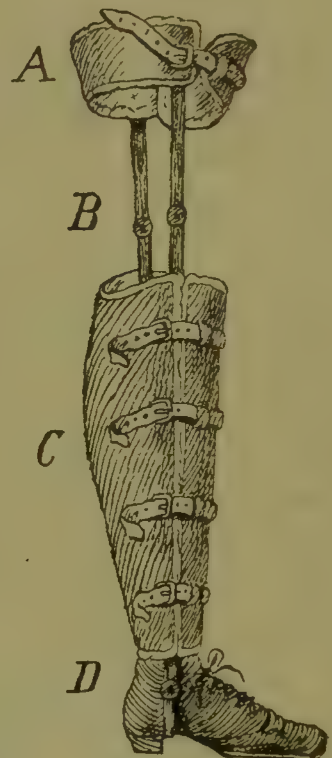


Fig. 222.



Künstliche Glieder für Pseudarthrose des Ober- und Unterschenkels nach H. Smith [3]).

Die Ausführung geschieht im Wesentlichen so, dass zunächst das Glied mit einem Verbande oder Apparate versehen wird, welcher die

---

[1]) Ch. White, Cases in surgery. London 1770. I. p. 75.

[2]) Americ. Journ. of med. sc. Vol. XV. 1848. p. 84. — Vol. XXI. 1851. p. 106. — Vol. XXIX. 1855. p. 103. — Vol. LXXI. 1876. p. 94.

[3]) Americ. Journ. of med. sc. Jan. 1876. p. 100.

Fragmente sicher immobilisirt und in genauem Contakt erhält. Man bedient sich hiezu besonderer Kapseln aus Zinn oder Leder (White, Inglis) oder verschiedener Arten von Schienen (zweischaliger modellirter Holzschienen nach Guermonprez [1]), Wasserglasschienen nach Bidder [2])) oder eines leichten und dauerhaften erhärtenden Verbandes, wie namentlich des Wasserglas- oder Gypswasserglasverbandes. Derartige einfache Verbände mögen genügen, wenn die Bruchflächen genau aufeinander passen und in straffer Verbindung stehen. Besteht dagegen bei schräger Richtung der Bruchflächen Neigung zur Uebereinanderschiebung, oder ist die Verbindung der Fragmente eine lockere, so eignen sich gewiss besser besondere Stützapparate oder künstliche Glieder, wie für Amputationsstümpfe, bei denen das Körpergewicht von der Schiene getragen und die Bruchstelle entlastet wird. H. Smith hat derartige Apparate unter dem Namen der „künstlichen Glieder für Pseudarthrosen" angegeben (Figg. 221 und 222), welche sich vielfach bewährt haben. Ihre nähere Beschreibung siehe unten §. 504.

Mit Hülfe eines solchen Apparates gestattet man den Kranken einen mässigen Gebrauch des Gliedes und sorgt dafür, dass der Apparat Tag und Nacht ununterbrochen liegen bleibt. Allmälig macht sich nun der Einfluss der funktionellen Reizung auf die Ernährung der Weichtheile und Knochen bemerkbar. Das vorher atrophische Glied nimmt an Volum wieder zu, die Funktion der Muskeln stellt sich wieder her und die Beweglichkeit der Bruchstelle nimmt immer mehr ab, bis eine vollständige knöcherne Festigkeit eingetreten ist. Wie lange Zeit bis zur Consolidation erforderlich ist, hängt natürlich von den Verhältnissen des einzelnen Falles, namentlich von der Form und der Zeitdauer des Bestehens der Pseudarthrose ab. Unter 40 Fällen unserer Casuistik mit genauer Zeitangabe betrug die Heilungsdauer 14mal 1—2 Monate, 15mal 3—6, 6mal 9—12 Monate, 4mal 1—1½ und 1mal sogar 2 Jahre. Dieser letztere Fall (Lannelongue) beweist also, dass der Versuch mit der automatischen Friktion nicht zu früh als aussichtslos aufgegeben werden darf.

Die Beobachtung von Lannelongue [3]) betrifft einen Herrn, der bei einem Eisenbahnunfall einen sehr schweren complicirten Splitterbruch des Unterschenkels erlitten hatte. Nach Ausstossung zahlreicher Splitter war nach 8—10 Monaten noch keine Consolidation eingetreten. Von nun an ging der Kranke mit einem von Mathieu construirten Apparat umher, worauf sich ganz allmälig die Consolidation vollzog, die erst nach 2 Jahren vollständig eingetreten war.

Was nun die Resultate der automatischen Friktion betrifft, so hat sich in der That das „Heilgehen" fast immer bewährt, denn von 32 unvereinigten Fracturen des Oberschenkels sind hiedurch 29, von 52 des Unterschenkels 49 geheilt, so dass von insgesammt 84 unvereinigten Fracturen der unteren Extremitäten 78 geheilt und nur 6 ungeheilt geblieben sind. Dass aber nicht blos leichtere, sondern auch sehr schwere und veraltete Pseudarthrosen dieser Behandlung zugänglich sind, geht schon zur Genüge daraus hervor, dass sich unter den geheilten Fällen mehrere befinden, in denen

---

1) Bullet. de l'acad. de méd. de Belgique. 1883. p. 696.
2) Deutsche med. Wochenschr. 1878. Nr. 20.
3) Bullet. de la soc. de chirurgie. T. VII. 1881. p. 149.

alle anderen Verfahren, selbst die Resektion der Bruchenden, erfolglos angewandt waren (Volkmann, Kirkbride, Walter, Burckhardt).

Beobachtung von Volkmann[1]). Pseudarthrose des unteren Drittels des Oberschenkels bei einem 29jährigen Manne nach subcutaner Fractur vor 6 Monaten. Bei der Resektion der Pseudarthrose fanden sich die Bruchenden übereinandergeschoben, das obere mit einem knorpeligen Ueberzuge versehen. 5 Monate nach der Operation bestand die Beweglichkeit noch fort, dann ging der Kranke mit einem Wasserglasverbande herum und war nach weiteren 4 Monaten geheilt.

Beobachtung von Volkmann[2]). Pseudarthrose des Unterschenkels bei einem 25jährigen Manne nach schwerem complicirtem Splitterbruch des Unterschenkels mit Ausstossung eines 17 cm langen Stückes aus der Mitte der Diaphyse. Nachdem wiederholtes Einschlagen von Elfenbeinstiften und Exasperation erfolglos geblieben war, wurde jede Hoffnung aufgegeben, die Consolidation zu erreichen. Patient erhielt nun — 2 Jahre nach der Verletzung — eine Prothese, mit der er umherging. In der Folge nahm die Extremität an Volum zu, die Funktion der Muskeln stellte sich wieder her und der Defekt zwischen den Bruchenden füllte sich sichtbar mit Knochenmasse aus. Nach weiteren 5 Monaten war die Consolidation vollständig.

Beobachtung von Kirkbride[3]). Pseudarthrose im unteren Drittel des Unterschenkels bei einem 30jährigen Manne nach complicirter Fractur mit Substanzverlust der Tibia vor 4 Monaten; wegen des Defektes der Tibia wurde die gleichfalls fibrös vereinigte Fibula resecirt und die Bruchenden der Tibia angefrischt. Als nach 3 Monaten die Consolidation noch nicht eingetreten war, liess man den Kranken mit einem Verbande herumgehen, worauf die Heilung nach weiteren 5 Monaten vollständig eingetreten war.

Beobachtung von Walter[4]). Pseudarthrose in der Mitte der Tibia nach complicirter Fractur bei einem 29jährigen Manne seit 4 Monaten. Resektion der Bruchenden, welche nach 7 Monaten noch keinen Erfolg erzielt hatte. Hierauf ging Patient mit einem Apparate umher und war nach weiteren 12 Monaten geheilt.

Beobachtung von Burckhardt[5]). Pseudarthrose zwischen mittlerem und unterem Drittel des Unterschenkels bei einem 7jährigen Kinde nach einer vor 2 Jahren vorgenommenen Osteotomie. Die Resektion der Bruchenden blieb 10 Monate lang erfolglos, erst als das Kind im Wasserglasverbande umherging, kam nach 4 Monaten die Consolidation zu Stande.

§. 472. Bezüglich der Bedeutung der Friktion gelangen wir auf Grund der angeführten Thatsachen zu dem Schlusse, dass dieselbe ein sehr einfaches und ganz gefahrloses Mittel ist. Während jedoch bisher von den meisten Autoren, wie auch Gurlt und Volkmann, der manuellen Friktion entschieden der Vorzug vor der automatischen zuerkannt wurde, lehrt jetzt eine ausgedehntere Erfahrung, dass die erstere nur in den leichtesten, letztere dagegen in den meisten Fällen zur Heilung führt. Es ist daher die Befürchtung von Gurlt, es möchte bei der automatischen Friktion daraus, dass der zu erzielende Grad der Reaktion ganz dem Patienten anheimgegeben ist, Schaden entstehen, nicht begründet und in Zukunft eine ausgedehntere methodische Anwendung des Verfahrens zu empfehlen. Wir sind gewiss auch im Stande, der Entstehung mancher Pseudarthrose vorzubeugen, wenn wir die Gehbehandlung bei verzögerter Consolidation allen anderen Verfahren vorziehen, sobald die fortgesetzte Immobilisirung keine Fortschritte in der Heilung bewirkt. Denn sie gewährt selbst im Falle des Misserfolges den grossen Vortheil, dass sie

---

1) Hintze a. a. O. S. 8.
2) Volkmann, Beiträge zur Chirurgie. S. 89.
3) Americ. Journ. of med. sc. Nov. 1835.
4) Agnew a. a. O. S. 789.
5) Bericht über die chirurg. Abtheilung des Ludwigspitals. 1884. S. 43.

die Ernährung der Weichtheile und Knochen hebt und hiedurch die Aussichten späterer anderweitiger Eingriffe verbessert. Ganz besonders gilt diess für die unvereinigten Fracturen des Unterschenkels in der Kindheit, welche gerade durch die Folgen der aufgehobenen Funktion schliesslich unheilbar werden.

6) Subcutane Zerreissung der Zwischensubstanz.

§. 473. Ein der gewaltsamen manuellen Friktion nahestehendes Verfahren ist die subcutane Zerreissung der Zwischensubstanz, welche mit jener vortheilhaft combinirt wird. Während die Friktion eine schlaffe Verbindung der Fragmente voraussetzt, wird die gewaltsame Zerreissung bei straffer Verbindung, namentlich bei Uebereinanderschiebung der Fragmente vorgenommen. Hiebei wird das verbindende Zwischengewebe vollständig zerrissen, die Fragmente voneinander getrennt, bis zur Berührung der Bruchflächen reponirt und schliesslich die letzteren noch aufeinander gerieben. Es wird also ein Zustand, ähnlich wie bei einer frischen Fractur wieder hergestellt und nun die Behandlung wie bei einer solchen fortgeführt.

Zur Ausführung der Zerreissung ist häufig die Händekraft ausreichend, indem man sie nach den Vorschriften von Günther und V. Bruns in derselben Weise, wie die manuelle Osteoklase bei difform geheilten Fracturen, ausführt. Es wird nämlich in der Narkose das betreffende Glied mit der Bruchstelle über dem entgegengestemmten Knie oder dem Tischrande gewaltsam gebogen, bis es mit einem deutlichen Geräusche nachgibt und nach allen Seiten hin frei beweglich ist. Handelt es sich jedoch um straffe Pseudarthrosen des Oberschenkels mit starker Verkürzung, so bedarf man meist eines besonderen Streckapparates, wie des Flaschenzuges oder des Schneider-Mennel'schen Extensionsapparates, um die Zerreissung zu bewirken und die Verkürzung auszugleichen. Noch in der Narkose wird dann ein Gypsverband angelegt und derselbe eventuell mit einem Gewichtszug combinirt.

Das Verfahren hat trotz der Empfehlungen von V. Bruns und Günther bisher wenig Anwendung gefunden, da unsere Statistik nur 28 Fälle aufweist, welche fast ausschliesslich den Ober- und Unterschenkel betreffen; von diesen sind 21 Fälle zur Heilung gebracht — ein Beweis, dass die subcutane Zerreissung in geeigneten Fällen häufigere Anwendung verdient.

7) Injektion reizender Flüssigkeiten in die Zwischensubstanz.

§. 474. Die Injektion reizender Flüssigkeiten in die Bruchspalte und deren Umgebung behufs Anregung der Callusbildung ist bisher nur selten und mit geringem Erfolge versucht worden.

Als Vorläufer der Injektionsbehandlung kann das von Hulse eingeschlagene Verfahren gelten, welcher bei der verzögerten Heilung einer complicirten Humerusfractur durch eine an der Bruchstelle vorhandene Fistelöffnung täglich Injektionen von Portwein und Wasser, dann von Salzwasser und Lösung von Cuprum sulfuricum mit Erfolg vornahm. Bei mangelnder Fistel empfahl Hulse eine Röhre in die

Bruchspalte dauernd einzulegen und durch diese die Injektionen zu machen. Statt dessen hat in neuerer Zeit die Methode der parenchymatösen Injektionen mittelst der Pravaz'schen Spritze auch in die Therapie der Pseudarthrosen Eingang gefunden und sind im Ganzen 22 Fälle mit Injektionen verschiedener Substanzen behandelt worden.

Am häufigsten sind Injektionen von Jodtinktur gemacht worden und zwar in 11 Fällen, von denen 7 geheilt wurden (3 Fälle von Guijon, je einer von Lannelongue, Carrié, Lister und Parona). Jedesmal wurde eine halbe oder ganze Pravaz'sche Spritze voll in die Bruchspalte oder deren nächste Umgebung injicirt und in Zwischenräumen von 4—10 Tagen die Injektion wiederholt. Im Ganzen waren in den erfolgreichen Fällen gewöhnlich 3 Injektionen erforderlich, in den anderen Fällen blieben selbst 12 und mehr Injektionen ohne Erfolg. Von üblen Zufällen ist nur in einem Falle von Lister die Bildung eines kleinen Abscesses notirt.

Ferner wurden in 4 Fällen Injektionen von Aetzammoniak verwendet (Bourguet, Azam, Verneuil). Von dieser mit gleichen oder 2—3 Theilen Wasser verdünnten Flüssigkeit wurden jedesmal 10—20 Tropfen eingespritzt, worauf mehrmals eine stärkere entzündliche Reaction, einmal Eiterung erfolgte. Von den 4 Fällen wurden 3 geheilt, jedoch der eine erst nach langem Herumgehen in einem Contentivverbande.

Injektionen von Carbolsäure in 5procentiger Lösung sind zuerst von Hüter in 2 Fällen, dann von Becker 1mal angewendet worden. Unter den 3 Fällen sind 2 Heilungen, die aber nicht sehr beweiskräftig zu Gunsten des Mittels sind.

In dem einen Hüter'schen Falle handelte es sich um verzögerte Consolidation einer Fractur des Humerus, welche erst 2—3 Monate vorher auf hoher See zu Stande gekommen und mangelhaft verbunden war. Die Heilung erfolgte rasch im Gypsverbande unter gleichzeitigen Carbolinjektionen.

Die Becker'sche Beobachtung betrifft gleichfalls eine verzögerte Consolidation einer vor 3 Monaten zu Stande gekommenen complicirten Fractur des Unterschenkels. Es wurden 7mal je 4 Spritzen einer 3—6 procentigen Carbolsäurelösung injicirt und nach 5 Wochen Heilung erzielt.

Ausserdem sind noch in je einem Falle Injektionen von Milchsäure in 50procentiger Lösung (Bidder), Höllensteinlösung (Waters) und Alkohol (Schopf) angewandt worden. Nur der letztere Fall, der eine erst seit 10 Wochen bestehende Unterschenkelfractur betraf, wurde geheilt.

Für die Bidder'schen Injektionen von Milchsäure spricht der Umstand, dass bei den Thierexperimenten von Vogt[1]) und Bidder[2]) nach Injektion der Säure in den Knochen und Markkanal eine reichliche Knochenneubildung beobachtet werden konnte. Ausserdem hat Hüter[3]) mitgetheilt, dass auf seinen Vorschlag bei einer Pseudarthrose eines Pferdes Milchsäureinjektionen mit raschem Erfolge angewendet wurden.

Endlich verdient es kaum Erwähnung, dass in 2 Fällen Injektionen von Eichenrindenextrakt (Roustan[4]) mit unbekanntem Erfolge

---

[1]) Berl. klin. Wochenschr. 1875. Nr. 34.

[2]) Arch. f. klin. Chirurgie. Bd. XXII. S. 169.

[3]) Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. Chirurgie. 1877. S. 136.

[4]) Laffage, Contribut. à l'étude des pseudarthr. Thèse de Montpellier. 1883, Nr. 9.

versucht worden sind und dass Wyeth[1]) Injektionen von Knochenmark zwischen die Bruchenden empfiehlt — als ob das durch eine feine Canüle getriebene Knochenmark überhaupt noch Neigung zur Knochenproduktion besitzen würde!

Aus den angeführten Thatsachen ziehen wir den Schluss, dass die Injektionsbehandlung bisher keine hinreichenden Erfolge aufzuweisen hat, welche zu weiterer Anwendung der genannten Mittel auffordern können. Denn von 22 Fällen sind 12 geheilt, darunter eine ganze Anzahl, in denen der Erfolg gewiss nur der gleichzeitigen Immobilisirung u. s. w. zu danken ist. Auch liegt immerhin die Gefahr einer Abscessbildung nahe, welche die Bruchstelle blosslegen kann. Trotzdem hat die Methode vielleicht eine Zukunft, wenn es gelingt, ein Mittel zu finden, das die gewünschte Knochenreizung und Knochenneubildung zu bewirken vermag.

8) Akupunktur der Zwischensubstanz.

§. 475. Das Einstechen von Nadeln (Akupunktur- oder Lanzennadeln) in die Zwischensubstanz, um eine entzündliche Reizung derselben zu erzeugen, ist seit dem Vorgange von Malgaigne nur selten in Anwendung gekommen. Erst neuerdings hat Starcke[2]) der Applikation von Lanzennadeln, Schede[3]) der Anwendung von vergoldeten feinen Stahlnägeln von Neuem das Wort geredet. In der That ist das letztere Verfahren, wie ich aus mehrfacher eigener Erfahrung bestätigen kann, bei verzögerter Consolidation und beginnender Pseudarthrosenbildung sehr bequem und wirksam, so dass es häufigere Anwendung verdient.

Die Ausführung gelingt natürlich am leichtesten bei oberflächlich gelegenen Knochen, während namentlich am Oberschenkel eine enge Bruchspalte mit den Nadeln schwer zu treffen ist, so dass beispielsweise Malgaigne in einem solchen Falle von 36 Nadeln nur eine einzige in die Bruchspalte einbringen konnte. Um nun eine genügende Reaktion hervorzubringen, müssen die Nadeln in grösserer Anzahl eingestochen und längere Zeit in der Bruchstelle gelassen werden. Während früher hiebei die Gefahr der Eiterung und ihrer Folgen nahe lag, so dass manche Operateure es vorzogen, die Nadeln täglich nur auf kurze Zeit einzuführen, sind wir jetzt unter dem Schutze der Antiseptik im Stande, die Nadeln mehrere Wochen liegen zu lassen, ohne dass die Stichkanäle eitern.

Das Verfahren ist kurz folgendes: Am besten bedient man sich der Schede'schen vergoldeten Stahlnägel, welche 2 mm dick und 3½ bis 5 cm lang sind. Ohne dass hiebei in der Regel die Narkose nothwendig ist, werden unter allen antiseptischen Cautelen nacheinander 10—15 Nägel direkt durch die Haut, ohne Incision, in die Zwischensubstanz zwischen den Fragmenten eingeschlagen und sofort ein antiseptischer Occlusivverband angelegt. Nach Ablauf von 14 Tagen werden die gelockerten Nägel entfernt, worauf unter einem zweiten antisepti-

---

[1]) New York med. Record. May 11. 1878.

[2]) Charité-Annalen. Bd. II. 1875. S. 502.

[3]) Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. Chirurgie. XI. 1882. S. 97.

schen Verbande nach 8 Tagen die Stichkanäle geheilt sind. Zeigt sich dann keine genügende Wirkung, so wird das Verfahren sogleich oder nach einiger Zeit wiederholt. Ueberhaupt lässt sich der Grad der Reizung durch Vermehrung der Anzahl der Nägel und durch häufigere Wiederholung des Einschlagens innerhalb gewisser Grenzen beliebig steigern.

Was die Resultate betrifft, so sind in früherer vorantiseptischer Zeit von 17 Fällen 8 geheilt, 2 gebessert und 7 ungeheilt geblieben. Aus neuester Zeit liegen einschliesslich dreier eigenen Beobachtungen 14 Fälle von antiseptischer Akupunktur mittelst Lanzennadeln und Stahlnägeln vor (Starcke, Schede, Danzel, Bruns), welche grösstentheils den Unterschenkel betreffen und sämmtlich geheilt worden sind. Hiebei handelte es sich theils um verzögerte Consolidation innerhalb der ersten 3—4 Monate, theils um wirkliche Pseudarthrose von einjährigem Bestande, wie in zwei von Danzel und in einem von mir behandelten Falle.

9) Elektropunktur und Ignipunktur der Zwischensubstanz.

§. 476. Nach dem Vorgang von Lente (New-York) ist die Elektropunktur wiederholt mit Erfolg bei unvereinigten Fracturen von etwa 4—6monatlichem Bestande zur Anwendung gekommen. Verglichen mit der einfachen Akupunktur, beruht der Unterschied der Wirkung lediglich auf der gleichzeitigen Aetzwirkung der Nadeln; in Folge dessen ist die Elektropunktur vielleicht etwas weniger gefahrlos und jedenfalls viel umständlicher. Sie kann daher füglich durch die Akupunktur ersetzt werden, mit Ausnahme solcher Fälle, in denen die Pseudarthrose ihren Sitz an sehr tief liegenden Knochenpartieen hat, so dass das Einbringen einer grösseren Anzahl von Nägeln nicht wohl möglich ist. Im Allgemeinen dürfte wohl die Elektropunktur als entbehrlich bezeichnet werden.

Die Ausführung geschieht, wie ich es in zwei erfolgreichen Fällen erprobt habe, am besten so, dass man eine vergoldete Nadel in die Zwischensubstanz einsticht und mit dem negativen Pole einer constanten Batterie verbindet, während der positive Pol, mit einer Schwammelektrode armirt, auf die Haut über der Bruchstelle applicirt wird. Nun wird ein Strom von entsprechender Stärke hindurchgeleitet, so dass er von dem Patienten ohne Narkose ertragen wird. Die einzelne Sitzung dauert 5—10 Minuten und wird eventuell in Zwischenräumen von einigen Tagen wiederholt. Zieht man es vor, beide Polnadeln einzustechen, so ist wegen der viel stärkeren Aetzwirkung jedenfalls grössere Vorsicht nöthig.

Die bisher mit der Elektropunktur erzielten Erfolge lassen sich dahin zusammenfassen, dass unter 25 Fällen (11 Pseudarthrosen am Unterschenkel, 8 am Oberschenkel, 4 am Oberarm und 2 am Vorderarm) 20 geheilt, einer gebessert, 3 ungeheilt geblieben und 1 Fall tödtlich verlaufen ist. Der letztere aus der Klinik von Billroth[1]) erlag der Pyämie. Von sonstigen üblen Zufällen ist einmal Abscess-

[1]) Billroth, Chirurgische Klinik. S. 481.

bildung und mehrmonatliche Eiterung beobachtet. Die Heilungsdauer betrug in den geheilten Fällen meist 1—2 Monate.

§. 477. Die Ignipunktur der Zwischensubstanz besteht darin, dass durch die bedeckende Haut hindurch ein spitzer Galvanocauter oder Thermocauter in die Bruchspalte eingesenkt wird und zwar nacheinander an mehreren Stellen. In der Regel folgt nur eine geringe Reaktion und leichte Eiterung. Jedoch lässt sich die letztere, wie andere Erfahrungen bezüglich der Ignipunktur lehren, durch einen Jodoform-Occlusivverband sicher vermeiden.

Das Verfahren lässt sich nur bei Pseudarthrose oberflächlicher Knochen verwenden und ist gleichfalls als entbehrlich zu bezeichnen. Die bisherige Anwendung desselben beschränkt sich auf 3 Fälle (Verneuil, V. Bruns), die sämmtlich ungeheilt blieben.

10) Durchziehen eines Setaceum durch die Zwischensubstanz.

§. 478. Seitdem zuerst Physick (1802) das Setaceum zur Heilung von Pseudarthrosen angewandt hat, ist es lange Zeit, namentlich in seiner Heimat Amerika sowie in England die gebräuchlichste unter allen Pseudarthrosen-Operationen gewesen. Erst in neuerer Zeit liessen sich die Operateure durch die Erfahrung belehren, dass dieses Verfahren nicht blos sehr unsicher in seiner Wirksamkeit, sondern auch keineswegs gefahrlos in seinen Folgen ist. So wurde das Mittel allmälig wieder verlassen; denn in der That enthält unsere Statistik keinen einzigen Fall mehr aus dem letzten Decennium, in dem es noch zur Anwendung gekommen wäre. Wir können daher jetzt das Setaceum als obsolet bezeichnen und uns mit einigen kurzen Angaben darüber begnügen.

Die Ausführung geschieht so, dass das Haarseil mittelst einer starken Nadel von einer Seite des Gliedes zur anderen zwischen den Bruchenden hindurchgeführt wird, eventuell bei tiefliegendem Knochen nach vorgängiger Incision. Während Physick und Andere das Haarseil Monate lang bis zur begonnenen oder vollendeten Consolidation liegen liessen, haben andere dasselbe nach Einleitung einer reichlichen Eiterung, also nach 8—14 Tagen wieder entfernt. Letzteres Verfahren ist aus dem Grunde vorzuziehen, weil, wie Gurlt statistisch nachgewiesen hat, die Erfolge bei langem Liegenlassen nicht besser, dagegen die Gefahren von Seiten übler Zufälle weit grösser sind. Von solchen üblen Zufällen sind in zahlreichen Fällen Blutungen und Nachblutungen, heftige Entzündung und Fieber, profuse Eiterung, Phlegmonen, Knochennekrosen, Erysipele und Pyämie beobachtet worden.

Die definitiven Resultate ergeben sich aus folgenden Zahlen unserer Statistik. Wenn wir nämlich nur die Fälle berücksichtigen, in denen das Endresultat bekannt ist, so sind

von 77 Fällen am Oberarm	27 geheilt,	4 gebessert,	45 ungeh.	1 gest.
„ 17 „ „ Vorderarm	11 „	— „	6 „	— „
„ 38 „ „ Oberschenkel	16 „	3 „	17 „	2 „
„ 32 „ „ Unterschenkel	21 „	3 „	8 „	— „

Es sind also von 164 Fällen 75 geheilt, 10 gebessert, 76 ungeheilt geblieben und 3 gestorben.

11) Subcutane Skarifikation und Perforation der Bruchenden.

§. 479. Diese beiden Operationen sind wie die vorher genannte entbehrlich und obsolet; denn die subcutane Skarifikation wird durch die Friktion und subcutane Zerreissung der Zwischensubstanz, die Perforation der Bruchenden durch das Einschlagen von Elfenbeinstiften und Nägeln mit Vortheil ersetzt.

Die subcutane Skarifikation besteht darin, dass ein Tenotom durch eine kleine Stichwunde der Haut zwischen die Bruchenden eingestochen wird, um das Zwischengewebe nach allen Richtungen hin zu durchtrennen und die Bruchflächen anzufrischen. Auch ist hiezu eine feine Stichsäge (Denucé) oder ein Meissel (Brinton) benutzt worden. Von 14 auf diese Weise behandelten Fällen wurden 8 geheilt.

Aehnlich ist das von Ollier[1]) eingeschlagene Verfahren der subcutanen Periostablösung neben gleichzeitiger mehrfacher Durchstechung der Zwischensubstanz mittelst eines Pfriemens. Er erzielte in 4 Fällen Heilung ohne Eiterung.

§. 480. Die subcutane Perforation der Bruchenden, von Dieffenbach zuerst ausgeführt und wieder verlassen, wurde später von Brainard (Chicago) zur Methode ausgebildet. Sein Verfahren fand fast nur in Amerika eine Zeit lang häufige Anwendung, ist aber in neuester Zeit auch dort wieder in Abgang gekommen.

Die Methode bietet überhaupt nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn die Bruchenden in ziemlich naher Berührung sich befinden. Mittelst des Brainard'schen Perforators werden von einer Einstichsöffnung in der Haut aus die beiden Bruchenden an 2—3 Stellen durchbohrt und eventuell alle 10—14 Tage die Operation wiederholt, bis einige Empfindlichkeit und Anschwellung eingetreten ist. Die Stichwunde der Haut wird sofort mit Collodium verklebt, um Eiterung zu verhüten, und darauf ein geeigneter Contentivverband angelegt.

Die definitiven Resultate der subcutanen Perforation ergeben sich aus folgenden Zahlen. Es sind nämlich von

17	Fällen	am Oberarm . . .	5	geheilt,	12	ungeheilt	
7	"	" Vorderarm . .	3	"	4	"	
9	"	" Oberschenkel .	5	"	3	"	und 1 gest.
22	"	" Unterschenkel .	16	"	6	"	

Unter 55 Fällen finden sich also 29 Heilungen, 25 Misserfolge und 1 Todesfall in Folge von Erysipel mit Phlegmone und Vereiterung des Kniegelenkes (Weir).

12) Eintreiben von Elfenbeinzapfen, Nägeln und Knochenschrauben in die Bruchenden.

§. 481. Das Einlegen von Fremdkörpern in die Bruchenden, um dieselben zur Callusbildung anzuregen, ist in neuerer Zeit, namentlich in Deutschland, mehr und mehr in Aufnahme gekommen. Denn während nach der Gurlt'schen Statistik bis zum Jahre 1861 nur 30 Fälle be-

[1]) Ollier, Traité de la régénerat. des os. T. II. p. 422.

kannt waren, enthält unsere Statistik weitere 100 Fälle, in denen das Verfahren zur Anwendung gekommen ist.

Die Einführung dieser originellen Behandlungsmethode verdanken wir Dieffenbach, der sich hiebei der Elfenbeinstifte bediente. Wie er selbst angibt, wurde er auf diesen Gedanken durch die von Duhamel, Troja, Meding, Miescher, Flourens und ihm selbst ausgeführten Thierexperimente über künstliche Ostitis geführt, welche ergaben, dass um die in den Knochen eingeführten Fremdkörper eine Entzündung und bedeutende Verdickung des Knochens durch reichliche Knochenneubildung entsteht.

Nach Dieffenbach's Vorschrift werden an der am meisten zugänglichen Seite des Knochens die Weichtheile 1 — 2 cm ober- und unterhalb der Bruchstelle mit einem schmalen Messer durchstochen, hierauf ein Bohrer durch den Stichcanal eingeführt und beide Bruchenden in ihrer ganzen Dicke durchbohrt. Nun wird in jedes Bohrloch ein genau einpassender, etwa federkieldicker Elfenbeinstift mit einem hölzernen Hammer so weit eingeschlagen, dass man ihn an der entgegengesetzten Seite bei genauer Betastung eben etwas über die Knochenoberfläche hervorragen fühlt. Schliesslich wird das Glied in einen geeigneten Fracturverband, am besten einen gefensterten Gypsverband eingeschlossen. Die Elfenbeinzapfen liess Dieffenbach bei stärkerer Reaktion nur 5—6 Tage, bei geringer 14 Tage und länger liegen.

§. 482. Diese Technik hat neuerdings einige Modifikationen erfahren. Vor allem hat man, um den hie und da beobachteten Wundcomplikationen vorzubeugen, die antiseptischen Cautelen zu beobachten, welche in sorgfältiger Desinfektion des Gliedes und der Instrumente, sowie in der Anlegung eines Occlusivverbandes bestehen. Wird hiedurch die Eiterung, namentlich im Knochen selbst vermieden, so können die Stifte ohne Nachtheil viel länger, Wochen und Monate lang liegen bleiben. Oder man führt die Operation, wie es schon früher von einzelnen englischen Chirurgen (Bowman, Erichsen) und neuerdings auf die Empfehlung von Bidder häufiger geschehen ist, in der Art aus, dass man die Stifte ganz in den Knochen hineinschlägt oder im Niveau der Knochenoberfläche abbricht, worauf die Wunde durch die Naht geschlossen werden kann und primär verheilt. Die Elfenbeinstifte heilen dann in der Regel ein.

§. 483. An solchen Elfenbeinstiften, welche lange Zeit im Knochen verweilt haben, kann man die interessante Beobachtung machen, dass sie an ihrer äusseren Fläche stark corrodirt, verkleinert und zuweilen sogar mehr oder weniger vollständig resorbirt werden (vgl. Fig. 223). Da derartige Veränderungen schon nach mehrwöchentlichem Verweilen der Elfenbeinstifte im Knochen beobachtet wurden, nahm man als selbstverständlich an, dass die eingeheilten Stifte mit der Zeit sicher ganz verschwinden. Erst neuerdings haben einige Beobachtungen (Trendelenburg, Anderson) gelehrt, dass die unter antiseptischen Cautelen eingeschlagenen und eingeheilten Stifte selbst nach mehreren Jahren sich vollständig unverändert vorfanden. Es ist hieraus wohl der Schluss gerechtfertigt, der auch mit den experimentellen Erfahrun-

gen von Bidder übereinstimmt, dass die Resorption des Elfenbeins von einer stärkeren entzündlichen Reizung des Knochengewebes abhängt, während sie bei geringer und rasch vorübergehender Reaktion ausbleibt.

Fig. 223.



Corrodirt. Elfenbeinstift, der 7 Wochen lang in einer Pseudarthrose d. Femur bei starker Eiterung gelegen hatte.

Die ersten Beobachtungen über Resorption der Elfenbeinzapfen stammen von Stanley[1]), welcher nach 2- und 3monatlichem Liegenlassen den in dem Knochen gelegenen Theil des Elfenbeins vollständig resorbirt fand, während die vorstehende Partie keine Veränderung zeigte. In einem Falle von Langenbeck[2]) war ein nach 12 Tagen entfernter Zapfen unverändert, der andere nach 22 Tagen ausgezogene porotisch. In einem Falle von Bowman[3]) wurde von drei implantirten Zapfen der eine nach 2 Monaten beträchtlich corrodirt ausgestossen, die beiden anderen heilten ein. Ebenso fanden Teale[4]) und Fergusson[5]) den in den Knochen eingesenkten Theil des Stiftes fast vollständig resorbirt, während die in den Weichtheilen befindliche Partie unverändert war. Erichsen[6]) sah zwei Stifte einheilen. Billroth[7]) ebenso von drei Zapfen einen, der beim Einschlagen dicht am Knochen abgebrochen war, während die beiden anderen nach 17 Tagen stark angefressen extrahirt wurden. Seither sind solche Beobachtungen sowohl von Resorption als Einheilen der Stifte oft genug bestätigt worden.

Ueber die Vorgänge bei der Resorption des Elfenbeins liegen seither zahlreiche Untersuchungen vor, durch welche zwar die Morphologie des Processes genauer erforscht, aber das Wesen desselben nicht ergründet worden ist.

Billroth[8]) stellte die ersten Untersuchungen hierüber an, welche ergaben, dass die Defekte durch dieselbe lakunäre Einschmelzung zu Stande kommen wie beim lebenden Knochen und theils grossen vielkernigen Zellen, theils den Schlingen der Granulationsgefässe entsprechen. Billroth sah die Ursache der Resorption in den Granulationen, während Eiterung dieselbe verhindere; zu dem letzteren Schlusse gelangte er dadurch, dass ein in die Zwischensubstanz der Pseudarthrose (also nicht in den Knochen!) gestecktes Elfenbeinstück, welches sehr rasch Eiterung erregte, nicht cariös wurde.

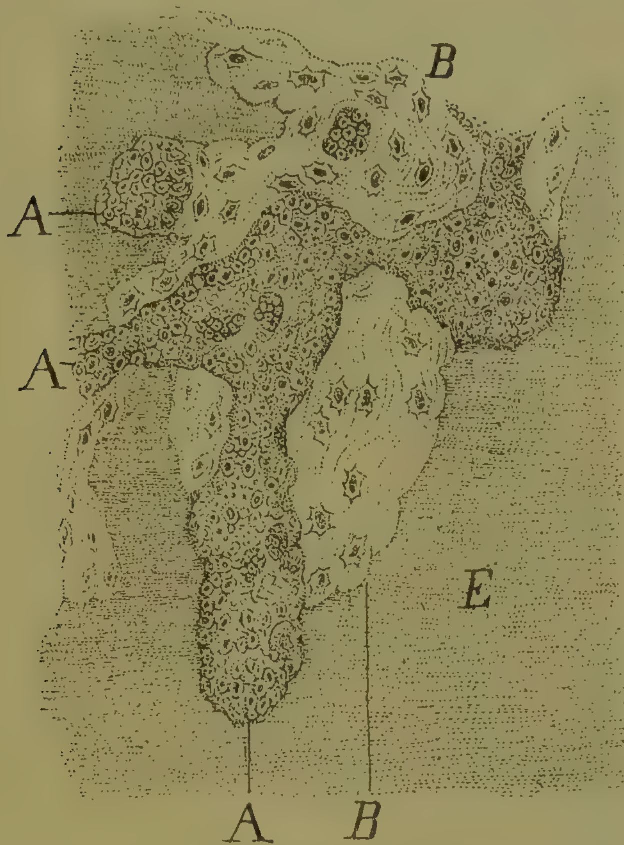
Savory[9]) kam bei seinen Experimenten zu dem Schlusse, dass die Resorption des Elfenbeins von dem mechanischen Drucke von Seiten des lebenden Gewebes abhängig sei. Kölliker[10]) und Aufrecht[11]) fanden die rauhen Stifte mit Riesenzellen bedeckt und betrachteten letztere als Ursache der Usur.

Die genauesten histologischen Untersuchungen über die Einheilung von Elfenbeinstiften verdanken wir Bidder[12]). Nach seiner Beschreibung findet sich in der Umgebung der Stifte eine bedeutende Verdickung der Knochenwände mit Auflagerung vom Periost und von der Markhöhle aus, während die ursprüngliche Knochenmasse eine sichtliche Erweiterung der Havers'schen Kanäle erfährt; das wuchernde Markgewebe bewirkt da, wo es an das Elfenbein andrängt, grubige Einschmelzungen desselben, welche mit den Howship'schen Lakunen identisch sind. Die Markzellen bohren sogar tiefe Löcher und Gänge in die Elfenbeinmasse, welche dadurch ein

---

1) Lancet. 1851. Vol. II. p. 344. — Ibid. 1854. Vol. I. p. 360 u. Vol. II. p. 81.
2) Deutsche Klinik. 1852. S. 207.
3) Lancet. 1852. Vol. II. p. 153.
4) Ibid. p. 344.
5) Med. Tim. and Gaz. 1859. p. 33.
6) Ibid. 1855. p. 188, 544.
7) Arch. f. klin. Chir. Bd. II. S. 121.
8) Arch. f. klin. Chir. Bd. II. S. 121.
9) Med.-chirurg. Transact. Vol. 47. p. 103.
10) Kölliker, Die normale Resorption des Knochengewebes. Leipzig 1873.
11) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1877. S. 465.
12) Arch. f. klin. Chir. Bd. XVIII. S. 622.

Fig. 224.



Schnitt durch einen in die Tibia eines Kaninchens eingeheilten Elfenbeinzapfen. Vergrösser. 1 : 275. *E* Elfenbein. *A* Markkanäle, zum Theil mit neugebildeter Knochensubstanz *B* umgeben. Im Innern zahlreiche Markzellen und einzelne grössere Protoplasmaklumpen. Nach Bidder.

Fig. 225.



Schnitt durch einen angefressenen Elfenbeinzapfen. Die Ränder des Elfenbeins (*E*) sind ganz aus grubigen Lakunen, deren Rand fein eingekerbt ist, zusammengesetzt. Am linken Rande in einigen Lakunen Riesenzellen (*R*). Nach Bidder.

badeschwammähnliches Aussehen gewinnen kann, und sind hiebei von zahlreichen Blutgefässen begleitet, wodurch das Elfenbein reichlich kanalisirt und vaskularisirt wird. Stellenweise werden nun aber diese Gruben und Hohlwege mit neugebildetem Knochengewebe ausgekleidet, das sich in ähnlichen halbmondförmigen Schichten ablagert, wie der endochondrale Knochen in den eröffneten Knorpelhöhlen bei der normalen Ossifikation, so dass ein inniger Zusammenhang zwischen Knochen und Elfenbein besteht (Fig. 224). Dies ist an denjenigen Stellen der Fall, wo die Reizung weniger stark ist, wie gegen die Mitte der Markhöhle, während in der heftig gereizten Rinde eine starke kleinzellige Wucherung gegen das Elfenbein andringt und die lakunäre Einschmelzung bewirkt, ohne dass es zur Ablagerung von Knochensubstanz in den Lakunen kommt (Fig. 225). In den Lakunen sind stellenweise Riesenzellen zu finden, ohne dass ihnen von Bidder eine nähere Beziehung zur Resorption eingeräumt wird.

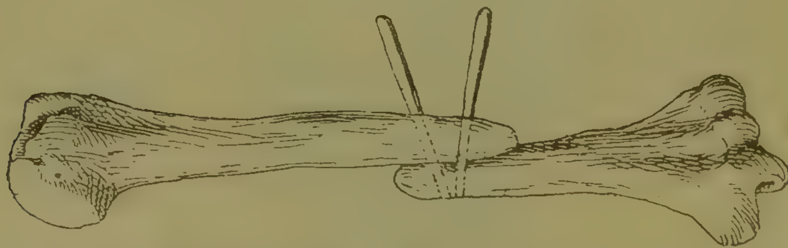
Ausserdem hebt Bidder hervor, dass nach Ablauf der entzündlichen Reaktion des Knochengewebes auch die Resorptionserscheinungen am Elfenbein aufhören, dass das Gewebe also nur während der Entzündung Neigung zu resorbirender Thätigkeit zu haben scheint. Hiefür spricht ein Versuch, in welchem der Stift ein ganzes Jahr in der Tibia gelegen, ohne in seinem Umfang erheblich verkleinert zu sein. Es ist anzunehmen, dass der Stift nur ganz vorübergehend gereizt hat.

Die Bidder'schen Versuche über das Einheilen von Elfenbeinstiften haben seither durch ähnliche Experimente von Riedinger[1]) Bestätigung erhalten.

Endlich ist in den erwähnten Fällen von Trendelenburg[2]) und Anderson[3]) constatirt, dass aseptische Elfenbeinstifte bei geringer entzündlicher Reaktion einheilen, ohne resorbirt zu werden. In dem Falle von Trendelenburg handelte es sich um eine Pseudarthrose nach Schrägbruch im unteren Drittel des Femur, welche durch Zusammennieten mit einem Elfenbeinzapfen geheilt war. Bei der nach 2½ Jahren vorgenommenen Autopsie fand sich der Zapfen im Innern des Knochens ganz unverändert vor und liess auch mikroskopisch keine Lakunenbildung erkennen. Auch das umgebende Knochengewebe zeigte keinerlei Veränderung; die Pseudarthrose war geheilt. — Der Fall von Anderson betraf eine Pseudarthrose im oberen Drittel des Humerus, bei der die antiseptische Resektion der atrophischen Bruchenden mit Implantation von Elfenbeinstiften gemacht und Einheilung der letzteren eingetreten war. Als nach 4 Monaten wegen Erfolglosigkeit der ersten Operation die Resektion wiederholt wurde, fand sich der Stift in sklerosirtes Knochengewebe eingebettet, vollkommen unverändert und in eine bindegewebige Kapsel eingekapselt.

§. 484. Eine weitere Modifikation des Dieffenbach'schen Verfahrens besteht darin, dass man die Stifte nicht durch jedes Bruchende für sich, sondern gleichzeitig durch beide Fragmente einschlägt,

Fig. 226.



Zusammennieten der übereinandergeschobenen Bruchenden durch zwei Elfenbeinstifte.

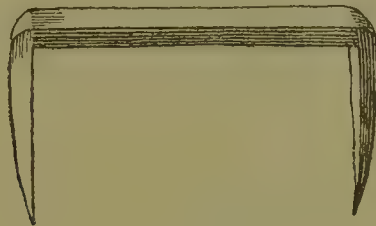
so dass beide hiedurch zusammengenietet werden (Fig. 226). Natürlich ist das nur bei Schrägbrüchen und Uebereinanderschiebung der Bruchenden ausführbar, wenn es gelingt, die Bruchflächen in nahe Berührung

[1]) Arch. f. klin. Chir. Bd. XXVI. S. 984.
[2]) Ibid. S. 873.
[3]) Transact. of the pathol. soc. of London. Vol. XXXII. 1881. p. 170.

zu bringen, gewährt aber entschieden eine viel bessere Aussicht auf Erfolg.

§. 485. Ferner können an Stelle der Elfenbeinstifte aseptische Knochenstifte (Senn[1]) gewählt werden, welche gleichfalls versenkt werden und einheilen, oder Metallnägel, welche nach etwa 4 bis 6 Wochen wieder ausgezogen werden. Reyher[2]) empfiehlt hiezu ver-

Fig. 227.



Doppelnagel.

nickelte Stahlstifte, Nussbaum[3]) bediente sich verzinnter eiserner Bretternägel, Senn versilberter Stahlnägel. Auch diese werden womöglich gleichzeitig durch beide Fragmente eingeschlagen, also letztere zusammengenagelt. Ich habe mich hiezu mit Vortheil eines Doppelnagels (Fig. 227) bedient.

§. 486. Endlich reiht sich hieran noch das von Langenbeck[4]) angegebene Einschrauben versilberter Stahlschrauben in die Bruchenden. Es besteht darin, dass man die Weichtheile ober- und unterhalb der Bruchstelle mit einem Messer durchsticht und hierauf in jedes Bruchende eine Schraube einbohrt. Letztere können mittelst eines besonders construirten Apparates festgestellt werden, um zugleich die Fragmente in ihrer Lage zu erhalten. Weit einfacher und vortheilhafter ist es jedoch, wenn es nach dem Vorschlage von Pancoast und Bickersteth gelingt, beide Fragmente mit derselben Schraube zusammenzuschrauben. Handelt es sich nämlich wie gewöhnlich um einen Schrägbruch mit Uebereinanderschiebung der Bruchenden, so können die Schrauben in querer Richtung eingeschraubt werden (s. o. Fig. 226); liegt ein Querbruch ohne Dislokation vor, so gelingt es zuweilen durch sehr schräges Einbohren der Schraube beide Fragmente zu fassen. Reicht eine einzige Schraube zur Fixirung nicht aus, so wird eine zweite oder dritte in verschiedener Richtung eingeführt. Sowohl bei der Operation als Nachbehandlung ist strenge Durchführung der Antisepsis nothwendig, da früher die Anwendung des Verfahrens mehrere Todesfälle durch Wundcomplikationen verschuldet hat. Die Entfernung der Schrauben geschieht erst nach 2—6 Wochen, falls sie nicht vorher sich lockern.

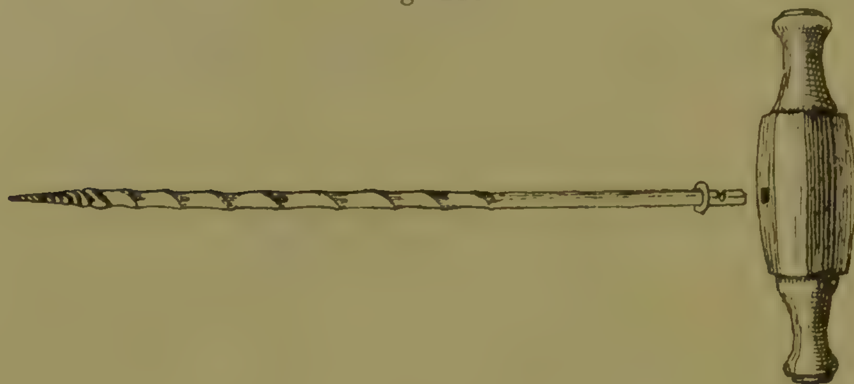
Die Schrauben müssen mit einem abnehmbaren Handgriff oder Schraubenschlüssel versehen sein, um das über die Haut vorstehende Ende leichter in den Occlusivverband einschliessen zu können, wie etwa das in nachstehender Figur 227

---

[1]) Weekly med. Review. Sept. 29. 1883. p. 255.
[2]) St. Petersburg. med. Wochenschr. 1876. Nr. 33.
[3]) v. Nussbaum, Leitfaden zur antisept. Wundbehandlung. 1881. S. 63.
[4]) Deutsche Klinik. 1855. S. 314.

abgebildete Modell. Gaillard [1]) hat ein besonderes Instrument angegeben, bestehend aus einer silbernen Canüle und einem Stahlstab, der an der Spitze einen Bohrer,

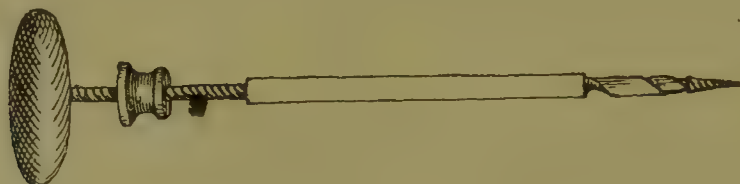
Fig. 228.



Stahlschraube mit abnehmbarem Handgriff.

am hinteren Ende ein Schraubengewinde für einen Läufer und einen Handgriff trägt (vergl. Fig. 229). Nach vorausgeschickter Incision wird zuerst die Canüle bis

Fig. 229.



Gaillard's Knochenschraube.

auf den Knochen eingeführt, hierauf durch diese hindurch die Schraube eingesetzt und durch beide Fragmente durchgebohrt. Schliesslich wird zur sicheren Fixirung der Läufer bis dicht auf die Canüle vorgeschoben.

§. 487. Die Wirksamkeit der verschiedenen Verfahren mit Einlegung von Fremdkörpern in die Bruchenden ist im Ganzen doch nicht so günstig, als man bisher anzunehmen geneigt war, da wenig mehr als die Hälfte der Fälle auf diesem Wege zur Heilung gebracht ist. Es sind nämlich von

47 Fällen am	Oberarm	23 geheilt,	24 ungeheilt,	— amput.,	— gest.
9 „ „	Vorderarm . .	5 „	3 „	— „	1 „
19 „ „	Oberschenkel	10 „	6 „	1 „	2 „
55 „ „	Unterschenkel	33 „	22 „	— „	— „

Also sind von insgesammt 130 Fällen 77 geheilt, 55 ungeheilt, 1 amputirt und 3 gestorben.

Die 3 Todesfälle ereigneten sich bei nicht antiseptischer Behandlung. In dem ersten Falle von Billroth [2]) kam es nach Einlegen einer Schraube in eine Pseudarthrose des Oberschenkels zu Phlegmone und Pyämie. — In dem zweiten Falle von Volkmann [3]) erfolgte nach Einschlagen von Elfenbeinstiften in eine Pseudarthrose des Vorderarmes gleichfalls der tödtliche Ausgang an Pyämie. Es fand sich das untere Fragmentende der Ulna nekrotisch und in der Markhöhle ein

---

[1]) Gaillard, New instrument for treating ununited and oblique fract. New York med. Journ. 1865. p. 116.

[2]) Arch. f. klin. Chir. Bd. X. S. 761.

[3]) Volkmann, Beiträge zur Chirurgie. S. 89.

osteomyelitischer Abscess. — In dem dritten Falle von Agnew[1]) trat nach Einlegen einer Schraube in eine Pseudarthrose des Oberschenkels Erysipel mit Phlegmone und Tod durch Erschöpfung ein.

Ausser diesen Todesfällen sind in einer ganzen Anzahl von Beobachtungen schwere Complikationen, wie namentlich profuse Eiterung, Phlegmonen mit vielfacher Abscedirung, Erysipele u. s. w. gefolgt, welche theils die Heilung verzögerten, theils das Leben in Gefahr brachten.

Es muss desshalb bei der Vornahme der Operation unter allen Umständen die strenge Antisepsis angewendet werden, selbst auf die Gefahr eines weniger sicheren Erfolges bezüglich der Heilung der Pseudarthrose; denn die früher angeführten Thatsachen lassen die Befürchtung gerechtfertigt erscheinen, dass bei gelungener Asepsis eine ungenügende Reizung oder symptomlose Einheilung des Stifts zu Stande kommt. Wenn nun aber von manchen Seiten schon auf Grund einzelner Erfahrungen die Thatsache einer geringeren Zuverlässigkeit der aseptischen Implantation behauptet wurde, so widersprechen dem die bisher vorliegenden Zahlen, denn unter 50 antiseptischen Operationen war ebenso wie bei der Gesammtzahl etwas mehr als die Hälfte von Erfolg.

Unter den verschiedenen Modifikationen des Verfahrens bietet das Einschlagen von Nägeln und Einbohren von Schrauben den Vortheil einer einfacheren Technik und wohl auch einer intensiveren Reizung gegenüber dem Dieffenbach'schen Verfahren. Die Aussichten auf Erfolg sind jedenfalls am günstigsten, wenn die Implantation zugleich eine Vereinigung der beiden Fragmente bewirkt. Hiezu eignet sich wohl die Anwendung von Knochenschrauben am besten, welche unter 23 Fällen 17 Erfolge aufzuweisen hat.

Im Allgemeinen passt die Implantation von Fremdkörpern sowohl bei beginnender als lange bestehender Pseudarthrose, falls nicht ein weiter Abstand der Bruchenden mit langer, schlaffer Zwischensubstanz besteht. Unter den geheilten Fällen bestand nämlich die Pseudarthrose 29mal 2—6 Monate, 16mal 7—12 Monate, 8mal 1 bis 2 Jahre und je 1mal 3, 4 und 8 Jahre lang.

13) Resektion der Bruchenden.

§. 488. Die eingreifendste Operation ist die Pseudarthrosen-Resektion: durch eine ausgiebige Incision wird die Bruchstelle freigelegt, um die mechanischen Verhältnisse der Pseudarthrose übersehen und etwaige Hindernisse, wie Muskelinterposition, beseitigen zu können; alsdann wird die ligamentöse Zwischensubstanz excidirt und die Bruchenden angefrischt. Im Wesentlichen besteht also die Operation darin, dass die Bruchstelle annähernd in den Zustand versetzt wird, in welchem sich eine frische offene Fractur befindet.

Seitdem von Ch. White (1760) die Pseudarthrosen-Resektion eingeführt worden ist, konnte die Operation lange Zeit wegen ihrer Gefährlichkeit nur langsam Eingang finden, so dass sie beispielsweise noch gegen die Mitte dieses Jahrhunderts von einem der erfahrensten

---

[1]) Agnew a. a. O. S. 779.

englischen Chirurgen, Sir Benjamin Brodie, entschieden verworfen wurde. Erst neuerdings ist die Operation, welche unter dem Schutze der Antiseptik ihre Gefahren vollständig eingebüsst hat, immer häufiger in Anwendung gezogen und sogar die allerhäufigste Behandlungsmethode der wirklichen Pseudarthrosen geworden. Denn während Gurlt bis zum Jahre 1861 im Ganzen 159 Fälle sammeln konnte, enthält unsere Statistik 440 Beobachtungen.

§. 489. Die Indikation zur Resektion liegt natürlich nur bei wirklicher Pseudarthrosenbildung vor, und zwar im Allgemeinen dann, wenn die vorher angewandten weniger eingreifenden Verfahren ohne Erfolg geblieben sind, wie es bei der fibrösen Pseudarthrose mit weitem Abstand der Fragmente und bei eigentlicher Nearthrosenbildung der Fall zu sein pflegt. Ausserdem ist aber in bestimmten Fällen, wie namentlich bei Muskelinterpositionen und gewissen Erkrankungen der Bruchenden (Knochen-Echinokokken), die Resektion überhaupt das einzige Heilmittel und daher absolut indicirt, sobald das Hinderniss für die Fracturheilung constatirt ist. Ueberhaupt soll die Ausführung der Resektion, wenn die Indikation festgestellt ist, nicht lange hinausgeschoben werden, da sich mit dem längeren Bestehen der Pseudarthrose die Aussichten auf Erfolg verschlechtern.

Die noch von Gurlt aufgestellte Contraindikation, Sitz der Pseudarthrose in unmittelbarer Nähe eines Gelenkes, ist durch die Antisepsis hinfällig geworden, da sie der Gefahr einer Gelenkvereiterung vorbeugt. Einen glänzenden Beweis hiefür liefert eine von Trendelenburg[1]) ausgeführte Operation einer ins Kniegelenk penetrirenden Pseudarthrose des Oberschenkels, welche nach freier Eröffnung des Kniegelenks innerhalb desselben vorgenommen wurde.

§. 490. Die Ausführung der Resektion ist unter allen Umständen unter antiseptischen Cautelen vorzunehmen. Je nach den speciellen Verhältnissen des Einzelfalles ist sie bald einfach und leicht, bald ausserordentlich schwierig, mühsam und zeitraubend. Da kein Fall von Pseudarthrose dem andern gleicht, muss man sich vor und während der Operation genau von der besonderen Art, Beschaffenheit und Richtung des falschen Gelenkes überzeugen, um den richtigen Operationsplan zu entwerfen. Die wichtigsten Regeln sind: erstens sorgfältige Entfernung der Zwischensubstanz und etwa interponirter Weichtheile; zweitens Erhaltung des Periosts und aller Knochen bildenden Elemente; drittens Herstellung breiter Anfrischungs- und Berührungsflächen der Bruchenden bei möglichst geringem Knochendefekte; viertens genaue Coaptation und sichere Immobilisirung der Fragmente.

Der erste Akt der Operation besteht in der Blosslegung der Pseudarthrose. Man macht in der Achse des Gliedes einen Längsschnitt, dessen Länge der Dicke der zu durchschneidenden Weichtheilschichte entspricht und wählt hiezu natürlich diejenige Stelle, an welcher der Knochen am oberflächlichsten liegt und Nebenverletzungen grösserer Gefässe und Nerven am leichtesten vermieden werden können. Am

---

[1]) Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. Chirurgie. 1878. S. 89.

nächsten liegt diese Gefahr für den N. radialis bei der Operation der Humerus-Pseudarthrose, da derselbe in Folge seines spiraligen Verlaufs häufig in der Schnittrichtung liegt und auch in der That bei einer erheblichen Anzahl von Operationen durchschnitten worden ist.

Sind beide oder eines der Bruchenden im Grunde der Wunde feigelegt und hat man sich zuvor durch das Gefühl genau von der Beschaffenheit und Richtung des falschen Gelenkes überzeugt, so werden die fibrösen Verbindungen der Fragmente durchtrennt, indem man dieselben durch winklige Knickung der Bruchenden anspannt und vordrängt. Bald genügt eine quere Durchschneidung der Zwischensubstanz, bald muss dieselbe, wenn sie kurz und straff ist und die Bewegungen hemmt, dicht an den Bruchenden excidirt werden. Handelt es sich um eine Interposition von Weichtheilen, so werden kleinere Muskelbündel einfach durchschnitten, breitere Muskelschichten jedoch entweder abgelöst und zur Seite gezogen, oder, wenn sie mit den Bruchenden fest verwachsen sind, der Länge nach eingeschnitten, um das Bruchende durch das Knopfloch hindurch reponiren zu können. Oder es wird endlich ein Fenster aus dem Muskelbauch ausgeschnitten.

Nun sind die Bruchenden frei und es folgt ihre Anfrischung. Hiebei ist es von grösster Wichtigkeit, das Periost der Bruchenden zu erhalten und abzulösen, sowie namentlich dessen Zusammenhang mit den umgebenden Weichtheilen sorgfältig zu schonen, also die Aussenfläche des Periostes nicht zu entblössen. Am einfachsten und rationellsten führt man diese subperiostale Resektion der Art aus, dass man an dem Ende beider Fragmente das Periost durch einen cirkulären und einen Längsschnitt durchschneidet und von der Spitze gegen die Basis ablöst. Auf diese Weise erhält man zwei regelmässige Periostmanchetten, welche nach der Abtragung der Bruchenden mit ihrer inneren osteogenen Schichte sich in Form eines Ringes aneinander legen und nöthigenfalls durch einige Catgutnähte in dieser Lage fixirt werden.

Das Verdienst, die subperiostale Resektion und Periostlappenbildung zuerst ausgeführt und empfohlen zu haben, gebührt Jordan[1]) (1856). Sein Verfahren der Autoplastie périostique besteht darin, dass nur an dem einen Bruchende eine Periostmanchette gebildet und in diese das andere angefrischte Bruchende invaginirt wird. Ollier[2]) empfiehlt die oben beschriebene doppelte Manchettenbildung. Neuerdings hat Rydygier[3]) gerathen, an beiden Bruchenden Periostlappen zu bilden, deren Basis den Enden der Fragmente zugekehrt ist; dieselben sollen umgeklappt und zugleich so um ihre Achse gedreht werden, dass ihre Innenfläche nach innen gekehrt wird. Das Verfahren ist complicirt und die Lebensfähigkeit der Periostlappen sehr gefährdet.

In derselben Ausdehnung, in der die Ablösung des Periostes stattgefunden hat, werden hierauf die beiden Bruchenden resecirt. Dies geschieht innerhalb der Wunde selbst, ohne die Fragmente aus derselben hervorzudrängen, da sonst ausgedehntere Ablösungen, sowie Zerrung und Quetschung der Weichtheile unvermeidlich sind. Man bedient sich daher des Meissels und der Stichsäge, allenfalls auch der Kettensäge, da man mit diesen Instrumenten allein im Stande ist, in einer tiefen Wunde ohne alle Nebenverletzungen zu operiren. Die

---

[1]) Jordan, Traitement des ps. par l'autoplastie périostique. Paris 1860.
[2]) Ollier, Traité des resections. T. I. p. 538.
[3]) Deutsche med. Wochenschr. 1878. S. 343.

Art, in welcher die Bruchenden zugeschnitten werden sollen, hängt in jedem einzelnen Falle von ihrer Form und der Richtung der Bruchflächen ab; man entscheidet sich hierüber erst, wenn man die Knochenenden vor Augen hat, und wählt die möglichst sparsame Schnittrichtung, welche zugleich die breitesten Contaktflächen herstellt. Man begnügt sich daher in den günstigsten Fällen, in denen die Bruchenden breit und leicht in ausgedehnte Berührung zu bringen sind, mit der einfachen Anfrischung, ohne Abtragung grösserer Stücke der Bruchenden. Der Vortheil hiebei ist der, dass die Extremität nicht verkürzt und die durch Knochenneubildung geschlossene Markhöhle nicht eröffnet wird. Dagegen ist eine eigentliche ausgedehnte Resektion erforderlich, wenn eine weite Uebereinanderschiebung in der Längsrichtung besteht, welche sich in Folge der Verwachsung der Bruchenden mit der Umgebung und der Schrumpfung sämmtlicher Weichtheile durch Zug nicht ausgleichen lässt.

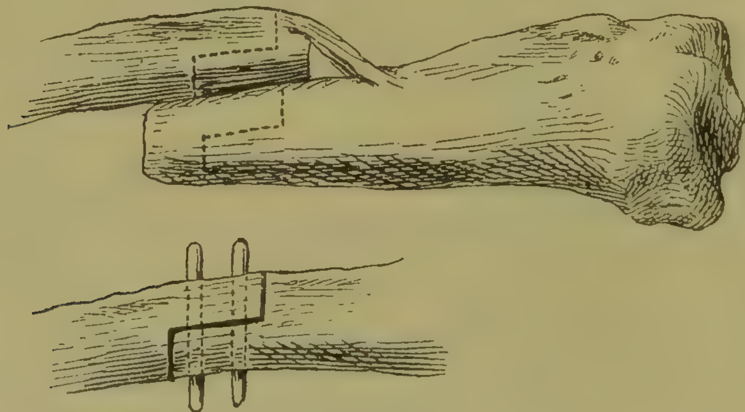
§. 491. Bezüglich der Schnittrichtung kann man eine quere, schräge, treppenförmige, keilförmige und conische Resektion unterscheiden.

Die quere Resection passt bei breiten, abgerundeten Bruchenden ohne erhebliche Dislokation, wie sie nach Querbrüchen zurückbleiben.

Die schräge Resektion kann bei schrägen Bruchflächen, welche nicht besonders steil verlaufen, ausgeführt werden. Sie bietet im Vergleich zur queren Abtragung einerseits den Vortheil, dass sie breitere Knochenwundflächen und keine Verkürzung bewirkt, andererseits den Nachtheil, dass sich die Sägeflächen leichter verschieben, da sie sich nicht durch den Zug der Weichtheile gegeneinander stemmen können.

Die treppenfömige Resektion (Jordan, Volkmann) eignet sich vorzüglich bei starker Uebereinanderschiebung der Fragmente und bietet den Vortheil geringer Verkürzung, breiter Berührungsflächen und leichter Coaptation, da sich der vorspringende Winkel gegen den einspringenden anstemmt (Fig. 230). Die Ausführung dieser treppen-

Fig. 230.



Treppenförmige Resektion und Zusammennieten der Bruchenden.

förmigen Resektion ist allerdings bei tiefliegenden Pseudarthrosen, wie ich mich selbst bei einer solchen Operation am Oberschenkel über-

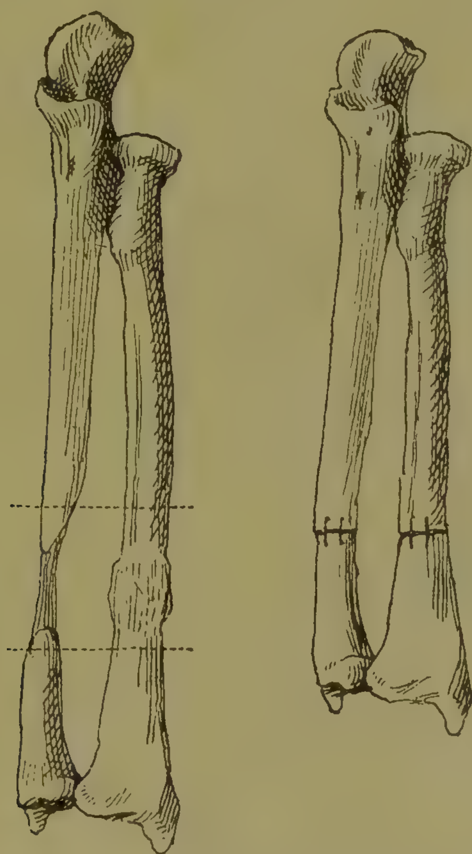
zeugte, recht schwierig und verlangt namentlich in der Richtung eine sehr exakte Schnittführung, dass nicht nach der Coaptation eine ababnorme Rotation des unteren Fragmentes zu Stande kommt. Am besten bedient man sich zu den senkrecht auf der Knochenaxe stehenden Schnitten der Stichsäge und zu den parallel der Achse verlaufenden eines geraden oder auf die Fläche gebogenen Meissels.

Die keilförmige Resektion, welche hie und da ausgeführt worden ist (Barwell, Le Moyne, Mathieu) besteht darin, dass an dem einen Bruchende ein einspringender, an dem anderen ein vorspringender Keil zugeschnitten wird, welche genau in einander passen. Sie eignet sich nur für hinreichend voluminöse Bruchenden.

Endlich ist in einigen Fällen das Bruchende conisch zugespitzt worden, um es in die geöffnete Markhöhle des anderen einzukeilen (Roux, Hamilton, Holthouse, Langenbeck). Das Verfahren eignet sich besonders dann, wenn das eine Fragment atrophisch ist und verjüngt ausläuft.

Schliesslich ist noch der Fall ins Auge zu fassen, dass an zweiknochigen Extremitätenabschnitten nur der eine Knochen Sitz der Pseudarthrose ist. Um hier den Contakt der resecirten Bruchenden zu ermöglichen, muss aus der Continuität des Parallelknochens ein

Fig. 231.



Pseudarthrosen-Resektion der Ulna mit Continuitäts-Resektion des Radius. Knochennaht.

Stück resecirt werden, welches der Distanz der Sägeflächen genau entspricht (vgl. Fig. 231). Ist diese letztere Distanz eine geringe, so genügt auch die Fracturirung des Parallelknochens mit Uebereinanderschiebung der Bruchenden.

§. 492. Nach gelungener Coaptation der resecirten Bruchenden ist es schliesslich eine ebenso wichtige, wie oft schwierige Aufgabe, für sichere Immobilisirung derselben Sorge zu tragen. Wir unterscheiden die indirekte und direkte Immobilisirung, je nachdem dieselbe nur durch einen die Extremität von aussen umgebenden Contentivverband, oder durch unmittelbare Vereinigung der resecirten Bruchenden bewirkt wird.

Die indirekte Immobilisirung durch geeignete Fracturverbände, und zwar am besten durch erstarrende Verbände, reicht gewiss für manche Fälle aus und hat in der That, wie wir später zeigen werden, in einer grossen Zahl von Fällen zur Heilung geführt. Allein es ist doch nicht zu bestreiten, dass sie keinen vollen Schutz gegen jede Verschiebung der Resektionsflächen gewährt und daher besser mit der direkten Immobilisirung combinirt wird. Die Technik des Verbandes ist übrigens dieselbe wie bei einer frischen complicirten Fractur.

Die direkte Immobilisirung und Vereinigung der resecirten Bruchenden, ist schon seit Anfang dieses Jahrhunderts, seit dem Vorgange von Horeau (1805), der die Knochenenden mit Draht umwickelte, im Gebrauch und in neuerer Zeit bei der Mehrzahl der Pseudarthrosen-Resektionen in Anwendung gezogen worden. Sie ist natürlich dann unentbehrlich, wenn die resecirten Bruchenden durch einen äusseren Verband überhaupt nicht in Contakt zu erhalten sind.

Die jetzt gebräuchlichen Methoden sind folgende:

§. 493. a) Die Knochennaht, zuerst von Rodgers (1826) benützt, ist noch heute für viele Fälle die beste Methode der Vereinigung, namentlich nach der queren Resektion der Bruchenden. Soll sie ihren Zweck ganz erfüllen, so müssen immer mindestens zwei Suturen angelegt werden, um nicht blos die Dislocatio ad latus, sondern auch die ad axin und peripheriam zu verhindern. Ihre Ausführung ist oft recht schwierig, wenn die Knochenenden sehr tief liegen, wenig beweglich sind und sich schwer von einander entfernen lassen. Zum Durchbohren benützt man den Drillbohrer oder Brainard'schen Perforator mit einem Oehr hinter der Spitze, um den Faden nachzuziehen. Das Durchbohren selbst muss bei dünnen und erweichten Knochenenden äusserst vorsichtig und nicht zu dicht an den Sägeflächen geschehen, um Fissuren und Splitterung zu vermeiden. Ollier empfiehlt zu diesem Zwecke die zahnärztliche Bohrmaschine, welche vermöge der Geschwindigkeit der Umdrehungen vor Nebenverletzungen des Knochens schützt. In der Regel soll der Knochen in seiner ganzen Dicke durchbohrt werden, um die Enden fest aneinander zu fügen; sind jedoch letztere wenig beweglich, so begnügt man sich mit der schrägen Durchbohrung nur der einen Knochenwand, um eine ausgedehnte Freilegung und Entblössung der Bruchenden zu vermeiden.

Als Suturmaterial wird am häufigsten Metalldraht (Silberdraht, verzinnter Eisendraht, Platindraht, Bleidraht) verwendet, seltener Seide, Catgut und Seegras (Fil de Florence). Alle diese Substanzen können bei aseptischem Wundverlaufe einheilen, jedoch kommt es bei Metall- und Seidennähten nicht selten früher oder später zur Eiterung und Fistelbildung, welche ihre Entfernung verlangen. Haben dieselben nicht bereits den Knochenrand durchgeschnitten, so lassen sich die

Metalldrähte zuweilen nur schwer und mit Anwendung von Gewalt extrahiren, welche die frische Knochenvereinigung gefährdet. (Am besten merke man sich schon während der Anlegung die Zahl der Drehungen, welche man beim Zusammendrehen der Drahtenden macht.) Die Catgutnaht hat dagegen den Nachtheil, dass sie unter Umständen zu früh resorbirt wird, ehe die Consolidation weit genug vorgeschritten ist. Ich habe desshalb in mehreren Fällen die Seegrasnaht, meist mit doppeltem Faden, vorgezogen und stets einheilen sehen.

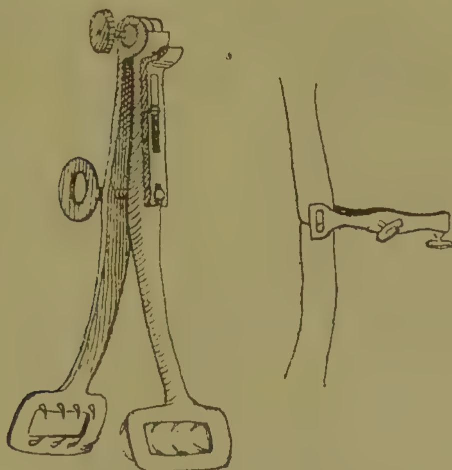
§. 494. b) Das Zusammennieten oder Zusammennageln der resecirten Bruchenden mittelst Elfenbein- oder Knochenstiften, Metallnägeln, Schrauben oder Klammern eignet sich nach der schrägen, treppen- und keilförmigen Resektion. Wie bei der Naht müssen auch bei der Nagelung mehrere Stifte durch beide Bruchenden zugleich hindurch gelegt werden, um die Charnierbewegung auszuschliessen (s. o. Fig. 230).

Am meisten empfiehlt sich wohl das Zusammennieten mit Elfenbein- oder Knochenstiften, welche versenkt werden und bei aseptischem Verlaufe einheilen können. Ueber das Schicksal derselben haben wir bereits bei der Besprechung des Dieffenbach'schen Verfahrens das Nähere angegeben (§. 483).

Die Metallnägel und Schrauben, welche aus der Wunde herausgeleitet werden, bewirken zwar eine stärkere Reizung, führen aber häufiger zu Eiterung und lockern sich nicht selten schon nach kurzer Zeit, so dass sie etwa in der Hälfte der Fälle schon innerhalb der 1. und 2. Woche entfernt werden mussten.

Eine complicirtere Vorrichtung, eine besondere Knochenklammer ist von Heine[1]) in 2 Fällen mit Erfolg angewendet und zu allgemeiner Verwendung bei allen Pseudarthrosen der Röhrenknochen empfohlen worden. Ihre Construktion und Anwendungsweise ergibt sich aus der

Fig. 232.



Knochenklammer von Heine.

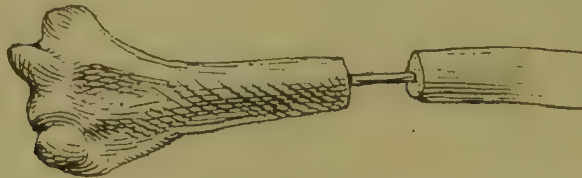
beistehenden Fig. 232. Sie ist gewiss im Stande, wenigstens nach querer Resektion der Bruchenden diese absolut sicher zu immobilisiren,

[1]) Arch. f. klin. Chir. Bd. XXII. S. 487.

bringt aber auch alle Nachtheile eines voluminösen Fremdkörpers in der Wunde mit sich und hindert die strenge Durchführung der Antiseptik.

§. 495. c) Die Vereinigung der resecirten Bruchenden durch einen der Länge nach eingelegten Elfenbeinstift ist neuerdings von Heine[1]), Socin[2]), Bardenheuer[3]) und mir mit Erfolg angewendet worden. Nach querer Anfrischung der Bruchenden wird ein 4—6—8 cm langer Elfenbeinstift zuerst zur Hälfte in die centrale Sägefläche eingetrieben und hierauf die periphere Fläche

Fig. 233.



Vereinigung der resecirten Bruchenden durch einen in longitudinaler Richtung eingelegten Elfenbeinstift.

über die vorstehende Hälfte des Stiftes geschoben (Fig. 233). Ist nach der Anfrischung die Markhöhle nicht eröffnet, sondern durch dichtes Knochengewebe geschlossen, so müssen natürlich von den beiden Sägeflächen aus zwei Bohrlöcher vorgebohrt werden. Bei breiten Sägeflächen können auch mehrere Stifte eingetrieben werden. Die Stifte bleiben dauernd liegen und heilen ein.

Das Verfahren setzt eine hinreichende Beweglichkeit der Bruchenden voraus und eignet sich vorzüglich als brückenförmige Vereinigung bei weitem Abstand der Fragmente durch Knochendefekt. Es verdient hier gewiss häufigere Anwendung, zumal es leicht auszuführen ist und die Primärheilung der Wunde gestattet (vgl. unten §. 502 die Volkmann'sche Transplantation eines frischen Knochenstiftes).

§. 496. d) Die Einkeilung des einen Bruchendes in das andere ist zuerst von Roux[4]), später von Hamilton[5]), Holthouse[6]) und Langenbeck[7]) ausgeführt worden. Nach querer Resektion des einen Fragmentes mit Eröffnung der Markhöhle wird das andere Bruchende, das entweder schon von vornherein spitz zuläuft, oder vorher conisch zugeschnitten worden ist, in die Markhöhle des ersteren hineingetrieben und so die Continuität des Knochens wieder hergestellt.

Das Verfahren, das bisher nur einen sicheren Erfolg aufzuweisen hat (Hamilton), eignet sich wohl vorzugsweise bei beträchtlicher Verdünnung des einen Bruchendes oder Sitz der Pseudarthrose an der

---

1) Arch. f. klin. Chir. Bd. XXII. S. 494.
2) Jahresbericht der chirurg. Klinik zu Basel für 1879. S. 80.
3) Bardenheuer, Jahresbericht über die chirurgische Thätigkeit im Kölner Bürgerhospital während des Jahres 1875. Köln 1876. S. 250.
4) Bérard, Des causes qui retardent ou empêchent la consolidation des fract. Paris 1833. p. 53.
5) Hamilton, Fract. and dislocat. 4. edit. p. 71.
6) Lancet. March 19. 1864. p. 326.
7) Arch. f. klin. Chir. Bd. XXI. Suppl. S. 242.

Grenze zwischen Diaphyse und Epiphyse, so dass erstere in die spongiöse Substanz der letzteren eingetrieben werden kann. Vielleicht möchte es sich empfehlen, wie es in dem Langenbeck'schen Falle geschah, die Einkeilung noch durch einen quer hindurchgesteckten Elfenbeinstift zu fixiren.

§. 497. e) Endlich ist von Ollier[1]) und Heine[2]) die direkte Immobilisirung der Fragmente mittelst eines von aussen auf dieselben aufgesetzten Stachels oder einer Gabel versucht worden. Die Vorrichtung besteht in einer Modifikation des Malgaigne'schen Stachels, welcher mittelst eines Bügels in den gefensterten Gypsverband eingeschlossen wird.

§. 498. Der Verband und die Nachbehandlung nach der Pseudarthrosen-Resektion ist dieselbe wie bei frischen complicirten Fracturen. Ausserordentlich einfach gestalten sich dieselben, wenn man versenkte Suturen oder Stifte verwendet und die Wunde durch die Naht schliesst. Dann wird ein antiseptischer Dauerverband und darüber ein gefensterter oder unterbrochener Gypsverband angelegt, welcher mehrere Wochen lang unberührt liegen bleibt. Die Immobilisirung muss übrigens lange fortgesetzt werden, da die Consolidation oft sehr langsam erfolgt; auch die Knochensuturen, wenn sie nicht zur Einheilung gebracht werden, müssen gewöhnlich mehrere Monate belassen werden, bis die Consolidation hinreichend weit vorgeschritten ist. Unter 162 Fällen von Pseudarthrosen-Resektion, in denen der Zeitpunkt der Heilung notirt ist, nahm derselbe 91mal 1—3 Monate, 54mal 4—6 und 17mal 6—12 Monate in Anspruch.

§. 499. Es erübrigt noch, die Resultate der Pseudarthrosen-Resektionen festzustellen. Fassen wir zunächst unsere gesammte Statistik von 440 Resektionsfällen zusammen, so sind von

187 Fäll. a.	Oberarm	98 geheilt,	3 gebessert,	73 ungeh.,	5 gest.	(8 unbek.)
65 „ „	Vorderarm	42 „	1 „	17 „	1 „	(4 „)
98 „ „	Obersch.	50 „	2 „	25 „	19 „	(2 „)
90 „ „	Untersch.	47 „	— „	36 „	4 „	(3 „)

Von 440 Fällen sind also 237 geheilt, 6 gebessert, 151 ungeheilt, 29 gestorben (17 unbekannt).

Die Gesammtzahl der Heilungen beträgt also nur 56 Procent — gewiss ein Ergebniss, das hinter den Erwartungen zurückbleibt, die man von der eingreifendsten und radikalsten Operation hegen zu dürfen glaubte. Hiezu kommt aber noch die weitere Thatsache, dass auch mit Hülfe der modernen Fortschritte in der Operationstechnik und Wundbehandlung keine zahlreicheren Erfolge erzielt werden, als in früherer Zeit mit den unvollkommeneren Mitteln unserer Vorgänger. Denn die von Gurlt bis zum Jahre 1861 gesammelte Casuistik von 159 Fällen enthält 89 geheilte, also genau dieselben 56 Procent Heilungen.

Es erhebt sich nun sofort die weitere Frage, ob die Wahl der Operations- und Wundbehandlungsmethode überhaupt einen nachweis-

---

[1]) Bullet. de la soc. de chir. 1867.

[2]) Arch. f. klin. Chir. Bd. XXII. S. 480.

baren Einfluss auf den definitiven Erfolg hat. Wir unterscheiden in dieser Beziehung zunächst die Resektion mit direkter und indirekter Immobilisirung der Bruchenden. Die Resektion mit indirekter Immobilisirung durch Contentivverbände weist 194 Fälle auf, von denen 110 geheilt, 70 ungeheilt geblieben und 14 gestorben sind. Die Resektion mit direkter Vereinigung der resecirten Enden ist in 223 Fällen zur Ausführung gelangt, von denen 127 geheilt, 81 ungeheilt geblieben und 15 gestorben sind. Das Ergebniss ist also das, dass beide Methoden wieder genau dieselben 56 Procent Heilungen aufzuweisen haben. Diese Thatsache ist um so auffallender, als der direkten Immobilisirung nicht nur der Vortheil einer sichereren Retention, sondern auch einer stärkeren Reizung zur Callusbildung in Folge der permanenten Gegenwart eines Fremdkörpers zukommt.

Was nun den Einfluss der antiseptischen Wundbehandlung betrifft, so ist dieselbe sowohl in Bezug auf Mortalität, als auch in Bezug auf die Heilung der Pseudarthrosen zu untersuchen. Unter den angeführten 440 Resektionsfällen sind 114 antiseptisch behandelt und davon zwei im Zusammenhang mit der Operation gestorben; unter den übrigen 326 nicht antiseptisch behandelten Fällen sind 27 gestorben und zwar fast alle an Pyämie, Erysipel, eitriger Osteomyelitis, erschöpfender Eiterung. Ausserdem sind bei der letzteren Kategorie noch vielfach schwere Wundcomplikationen beobachtet worden, welche das Leben gefährdeten und mehrfach die Amputation des Gliedes zum Zweck der Lebensrettung erheischten.

Dieser grossen Ueberlegenheit der antiseptischen Methode hinsichtlich der Lebensgefahr entspricht nun aber keineswegs ihr Erfolg hinsichtlich der Heilung der Pseudarthrose. Ist auch die Anzahl der antiseptisch behandelten Fälle noch nicht hinreichend gross, um definitive Schlüsse zu ziehen, so sind doch von den 114 Fällen nur gerade die Hälfte erfolgreich gewesen, während die übrigen nicht antiseptisch behandelten Fälle 59 Procent Heilungen aufweisen. Die antiseptische Methode gewährt somit etwas weniger Aussicht auf Erfolg, wie schon theoretisch aus der geringeren Reizung der Gewebe sich vermuthen liess — und doch verdient sie, als die weit gefahrlosere, den unbedingten Vorzug, denn jener Unterschied ist in der That lange nicht gross genug, um für diesen Preis eine weit grössere Lebensgefahr einzusetzen. Allenfalls könnte man die antiseptische Wundbehandlung nach Ablauf der ersten Tage, während welcher die Gefahr einer septischen Infektion am grössten ist, mit der offenen vertauschen. Uebrigens hat in mehreren Beobachtungen (Volkmann, König), in denen die erste antiseptische Resektion erfolglos geblieben war, die zweite Resektion mit offener Wundbehandlung denselben Misserfolg gehabt.

14) Knochentransplantation zwischen die Bruchenden.

§. 500. Nachdem schon im Jahre 1864 J. Wolff[1]), allerdings nur nach zwei misslungenen Thierversuchen, den Vorschlag gemacht hat, die Heilung von Pseudarthrosen durch Transplantation eines von dem einen Bruchende theilweise losgetrennten Knochenstückes zu versuchen,

[1]) Arch. f. klin. Chir. Bd. IV. S. 286.

sind neuerdings mehrere osteoplastische Operationen zu diesem Zwecke ausgeführt worden, welche zum Theil, Dank dem Schutze der Antiseptik, von Erfolg gekrönt wurden.

Derartige Operationen, so schwierig in ihrer Ausführung und zweifelhaft in ihrem Erfolge sie auch sein mögen, verdienen dann Anwendung, wenn die anderen Verfahren einschliesslich der Resektion (eventuell mit brückenförmiger Vereinigung der Bruchenden durch einen Elfenbeinstift) erfolglos angewandt sind, oder keine Anwendung finden können. Es sind das namentlich Pseudarthrosen im Gefolge grosser Knochendefekte, bei denen die Bruchenden weit voneinander abstehen, so dass bei direkter Vereinigung derselben eine allzu bedeutende Funktionsstörung durch die eintretende Verkürzung entstehen müsste. Jedenfalls ist auch ein Versuch mit der Osteoplastik als letztem Mittel vor der Amputation immer gerechtfertigt, wenn der Kranke von dem unbrauchbaren Gliede als lästiger Bürde befreit sein will.

§. 501. Von den verschiedenen Methoden der Osteoplastik erwähnen wir zunächst diejenige, bei welcher von dem einen Bruchende ein Knochenstück abgetrennt und in den Defekt transplantirt wird, das durch eine Periostbrücke mit dem Knochen im Zusammenhang bleibt. Nussbaum hat diese Methode in 2 Fällen an der Ulna mit vollständigem Erfolge ausgeführt. Er legt, um den Erfolg zu sichern, grossen Werth darauf, dass die Bruchenden vorher durch Einschlagen von Nägeln in einen entzündlichen Reizzustand versetzt werden, dass ferner das transplantirte Knochenstück in seitliche Incisionen in die umgebenden Weichtheile wie in eine Rinne eingelagert wird und dass bei der Operation und Nachbehandlung strenge Antisepsis angewendet wird. Das zu transplantirende Knochenstück wird aus dem dickeren Bruchende mit dem Meissel abgespalten; seine Länge soll die des Defektes etwas übertreffen, seine Dicke dem halben Querschnitt des Bruchendes entsprechen. Es wird so heruntergeschlagen und gedreht, dass seine breite Wundfläche (Fig. 234 B) mit der des Bruchendes (A) sich rechtwinklig schneidet.

Der erste Fall[1]) betraf eine Pseudarthrose in der Mitte der Ulna bei einem 24jährigen Manne nach einer Schussfractur vor 3 Jahren. Die Bruchenden fanden sich zugespitzt und 5 cm weit voneinander abstehend. Unter antiseptischen Cautelen wurde von dem oberen Ende der Ulna ein 5 cm langes Knochenstück mit Säge und Meissel abgetrennt, so dass es noch mit einer Periostbrücke im Zusammenhang stand, und in den Defekt herabgeschlagen. Es trat Eiterung und Exfoliation eines kleinen Splitters ein; jedoch erfolgte Einheilung des Knochenstückes und vollständige Consolidation.

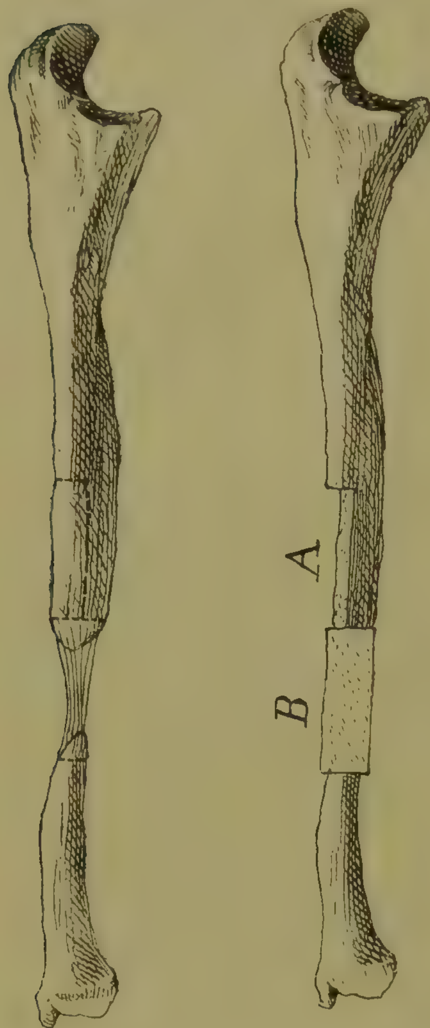
Der zweite Fall[2]) betraf gleichfalls eine Pseudarthrose in der Mitte der Ulna bei einem 27jährigen Manne. In Folge einer vor 7 Monaten erlittenen complicirten Fractur durch Ausstossung von Splittern und Sequestern war ein zwei Finger breiter Defekt zwischen den Bruchenden entstanden. Wie in dem ersten Falle wurde von dem oberen verdickten und kolbig aufgetriebenen Ende der Ulna ein 5 cm langes Knochenstück abgetrennt und in den Defekt transplantirt. Die Heilung erfolgte mit geringer Sekretion und ohne Ausstossung von Knochentheilen. Nach einem halben Jahre konnte der Operirte sein Geschäft als Zimmermann wieder verrichten.

---

[1]) Aerztl. Intell.-Blatt 1875. Nr. 8.
[2]) Annal. des städt. allgem. Krankenhauses zu München. Bd. I. 473.

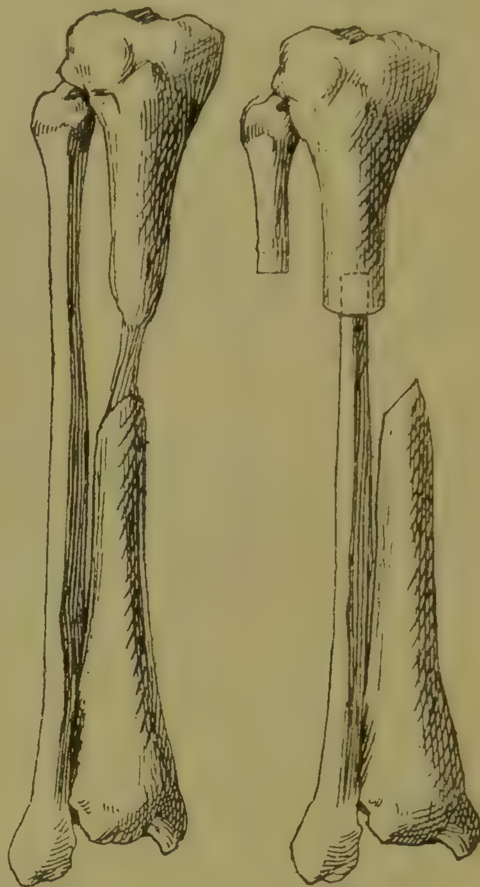
An die Nussbaum'sche Methode reiht sich ein recht sinnreiches Verfahren von Hahn [1]). Bei einer Pseudarthrose der Tibia mit einem Defekt von 8 ½ cm Länge wurde das untere Ende der fracturir-

Fig. 234.



Knochentransplantation bei Pseudarthrose der Ulna. Nach Nussbaum.

Fig. 235.



Pseudarthrose der Tibia mit grossem Defekt. Implantation des unteren Endes der fracturirten Fibula in das obere Ende der resecirten Tibia. Nach Hahn.

ten Fibula in die Markhöhle des oberen Endes der Tibia implantirt (Fig. 235) und vollständige feste Vereinigung und Gebrauchsfähigkeit des Gliedes erzielt. Die Consolidation war nach 9 Monaten vollendet, nachdem der Operirte 6 Monate lang im Gypsverband umhergegangen war.

§. 502. Endlich ist noch die Methode der Transplantation von Knochentheilen, welche vollständig aus ihren Verbindungen gelöst sind, in Anwendung gekommen.

Volkmann [2]) erzielte bei einer Oberschenkel-Pseudarthrose eines Kindes vollständige Heilung dadurch, dass ein frischer Knochensplitter, der eben bei einer Sequestrotomie von der Todtenlade abgemeisselt war, in die Markhöhle der Bruchenden hineingesteckt und letztere darüber zusammengeschoben wurden.

---

[1]) Centralblatt für Chirurgie. 1884. S. 337

[2]) Hintze a. a. O. S. 6.

Mac Ewen[1]) erreichte bei einem 3jährigen Kinde, das nach Totalnekrose des Humerus einen 11 cm langen Defekt der Diaphyse davongetragen hatte, eine Wiederherstellung derselben durch wiederholte Transplantation von kleinen, ½ cm dicken frischen Knochenkeilen, welche bei Osteotomieen gewonnen worden waren und aus Periost, Rinde und Mark bestanden. Die kleineren Knochenstücke heilten ein, die grösseren wurden ausgestossen. Nachdem schliesslich mittelst der Knochennaht eine Vereinigung der oberen und unteren Partie des neugebildeten Knochens erzielt war, erfolgte vollständige Heilung.

Dieser erstaunliche Erfolg der MacEwen'schen Transplantationen erklärt sich wohl nur daraus, dass die transplantirten Knochenfragmente einen Reiz auf die erhaltenen Theile der Periostscheide ausgeübt haben. Denn nach den reichen Erfahrungen von Ollier[2]) bei Operationen am Menschen sowohl als bei Thierversuchen gelingt es niemals, einen Defekt des Knochens und Periostes durch transplantirte kleine Knochenfragmente zu schliessen, da dieselben zwar einheilen, aber nicht weiter wachsen, sondern allmälig vollständig resorbirt werden.

Schliesslich bleibt zu erwähnen, dass von Patterson[3]) bei einer Pseudarthrose des Radius mit Knochendefekt ein frischer resecirter Hundeknochen transplantirt worden ist. Nachdem sich derselbe nach 12 Monaten durch eine beständig offene Fistel ausgestossen hatte, trat Heilung ein. Natürlich wirkt der Hundeknochen nur als reizender Fremdkörper, da Knochentransplantationen vom Thiere auf den Menschen nicht gelingen.

B. Palliativbehandlung.

§. 503. Sind alle die im Vorstehenden erwähnten, zur radikalen Behandlung geeigneten Mittel erschöpft, so erhebt sich die Frage, ob das pseudarthrotische Glied durch mechanische Hülfsmittel einigermassen brauchbar gemacht werden kann, oder ob es besser geopfert und gegen eine Prothese eingetauscht werden soll. Diese Eventualität tritt nicht gar selten ein, da ja, wie wir berechnet haben, bei dem dritten Theile aller Pseudarthrosen die Knochenbildung so darniederliegt, dass sie durch kein Mittel zu hinreichend lebhafter Thätigkeit angeregt werden kann.

Die Palliativbehandlung kommt jedenfalls bei der grossen Mehrzahl der unheilbaren Pseudarthrosen allein in Betracht. Dies gilt sogar unbedingt für alle Fälle an der oberen Extremität, da die Erhaltung der Hand unter allen Umständen mehr werth ist, als die beste Prothese. Aber auch an der unteren Extremität vermögen gute Stützapparate häufig dem Gliede eine solche Festigkeit zu geben, dass die Kranken ebensogut oder besser gehen, als mit einer Prothese nach der Amputation; dazu kommt, dass durch monate- und jahrelanges Herumgehen mit einem Stützapparat zuweilen eine zunehmende Festigkeit und sogar vollständige Consolidation der Pseudarthrose beobachtet worden ist, sogar in Fällen, die als ganz hoffnungslos aufgegeben waren (§. 471). Endlich ist noch daran zu erinnern, dass ja bei manchen straffen Pseudarthrosen sowohl ohne Stützapparate, als mit solchen

---

[1]) Proceedings of the royal soc. of London. 1881. Nr. 213 (Centralblatt für Chirurgie. 1881. S. 500, 829).

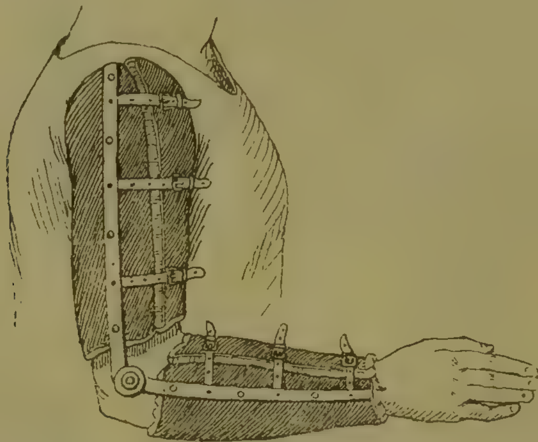
[2]) Ollier, Traité des resect. T. I.

[3]) Lancet. Oct. 19. 1878.

primitivster Art, das Glied in auffallend vollkommener Weise gebrauchsfähig ist.

§. 504. Was die Stützapparate selbst betrifft, so genügen zuweilen für die obere Extremität einfache zweischalige oder hülsenförmige Verbände, welche aus Guttapercha, plastischem Filz oder Wasserglas hergestellt werden. Oder es sind zusammengesetzte Apparate erforderlich, welche den Oberarm und Vorderarm umfassen und mit den entsprechenden Artikulationen versehen sind. Es mag genügen, als Beispiele hiefür die von H. Smith[1]) construirten künstlichen Glieder für Pseudarthrosen des Oberarmes und Vorderarmes anzuführen, welche in den beistehenden Figuren 236—237 abgebildet sind.

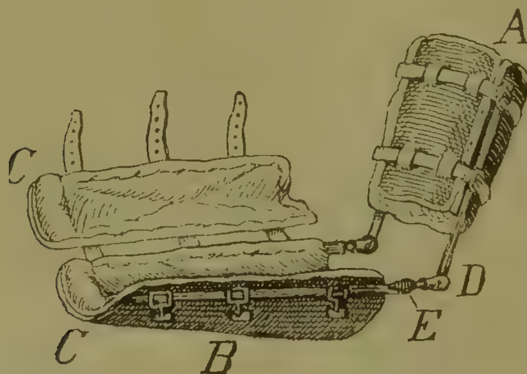
Fig. 236.



Künstliches Glied für Pseudarthrose des Oberarmes. Nach H. Smith.

Der Apparat von Smith für Pseudarthrose des Oberarmes (Fig. 236) schliesst den ganzen Oberarm sammt Schulter und Vorderarm ein und ist entsprechend dem Ellbogengelenk artikulirt. Der Apparat für Pseudarthrose des Vorderarmes (Fig. 237)

Fig. 237.



Künstliches Glied für Pseudarthrose des Vorderarmes. Nach H. Smith.

besteht aus einem Oberarmtheil (A) und einer den ganzen Vorderarm umfassenden zweischaligen Kapsel (B), welche in ihrem vordersten Theile mit 2 Polstern (C) versehen ist, um durch Druck auf die unteren Enden des Radius und der Ulna diese beiden in paralleler Lage zu erhalten. Ausserdem ist ein Charniergelenk (D) für die Beugung und Streckung im Ellbogen, sowie ein Zapfengelenk (E) für die Pro- und Supinationsbewegung vorhanden.

---

[1]) Americ. Journ. of med. sc. Vol. 71. 1876. p. 94.

Die Stützapparate für Pseudarthrosen an der unteren Extremität sind in ähnlicher Weise construirt, wie die Prothesen an Amputationsstümpfen. Auch unter diesen sind die Construktionen von H. Smith am meisten erprobt (Fig. 238—239).

Der Apparat von Smith für Oberschenkelpseudarthrose (Fig. 238) besteht aus einem Beckengurt (A), einem Charnier für Bewegungen im Hüftgelenk (B), einer conischen Oberschenkelkapsel (C), welche das Gewicht des Körpers trägt, zwei seitlichen Schienen für den Unterschenkel mit einem Knie (D) und Fussgelenkcharnier (F) und einem Schnürschuh.

Fig. 238.

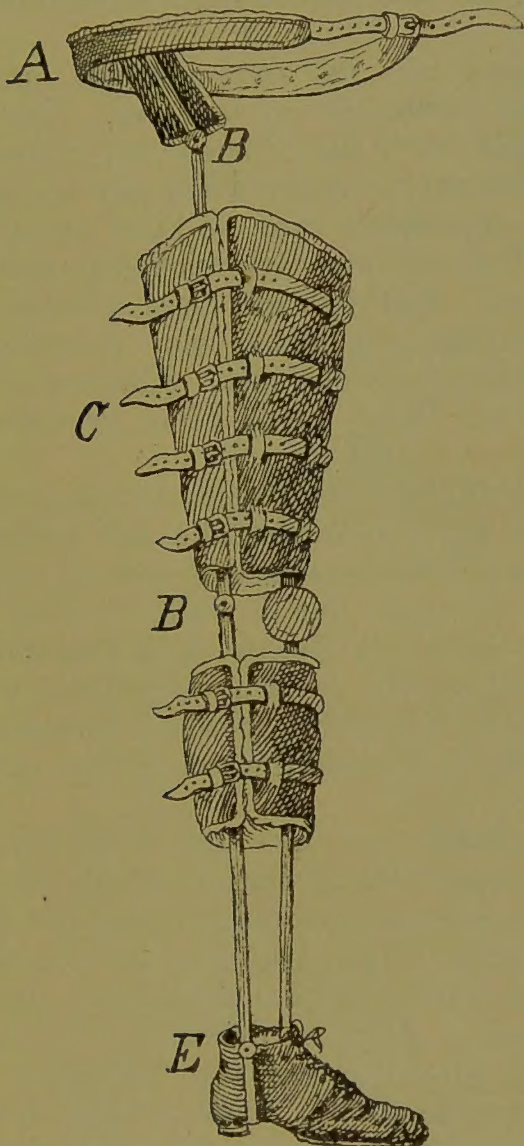
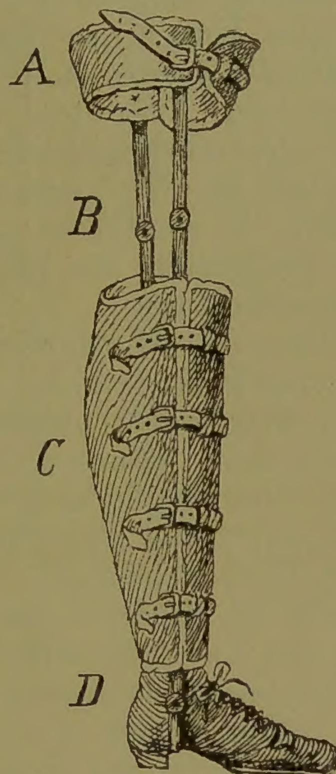


Fig. 239.



Künstliche Glieder für Pseudarthrose des Ober- und Unterschenkels nach H. Smith.

Das künstliche Glied für Pseudarthrose des Unterschenkels (Fig. 239) besteht aus einem Oberschenkeltheil (A), der bis zur Mitte desselben reicht, einer Kapsel für den Unterschenkel (C), welcher in derselben mit der Gegend der Tibiacondylen aufruht, sowie einem Knie- (B) und Fussgelenkscharnier (D) und einem Schnürschuh.

C. Amputation des Gliedes.

§. 505. Das letzte und äusserste Mittel ist die Amputation des pseudarthrotischen Gliedes, der natürlich die engsten Grenzen gesetzt werden müssen.

Eine absolute Indikation zur Vornahme der Amputation liegt nur dann vor, wenn sie zur Lebensrettung des Kranken unvermeidlich ist, nachdem in Folge eines operativen Eingriffes schwere Wundcomplikationen sich eingestellt haben, welche das Leben bedrohen und auf keine andere Weise bekämpft werden können. Durch die Einführung der Antiseptik hat diese Indikation eine bedeutende Einschränkung erfahren.

Ausserdem ist die Amputation hie und da angezeigt, um den Kranken von einer unerträglichen Infirmität zu befreien. Sind alle Heilversuche erfolglos geblieben und auch das Tragen von Stützapparaten ohne Nutzen, so dass das pseudarthrotische Glied nur als lästige und zuweilen schmerzhafte Bürde empfunden wird, so kann durch Amputation und Anbringen einer Prothese die Gebrauchsfähigkeit hie und da wesentlich gebessert werden. Natürlich gilt diese Anzeige ausschliesslich für die unteren Extremitäten, an denen eine Prothese bekanntlich oft eine recht gute Gehfähigkeit gewährt, während an der oberen Extremität die Erhaltung der Hand durch keine Prothese ersetzt werden kann.

Unter den 67 Fällen von Amputationen bei Pseudarthrosen, welche unsere Casuistik enthält, kommen denn auch fast alle auf solche der unteren Extremität: nämlich 34 auf den Oberschenkel und 25 auf den Unterschenkel, während auf den Oberarm nur 9 Fälle treffen. Die meisten Oberschenkelamputationen sind zum Zweck der Lebensrettung nach missglückten Operationsversuchen, die des Unterschenkels wegen völliger Unbrauchbarkeit des Gliedes ausgeführt worden, darunter die Mehrzahl bei Kindern mit unheilbaren Pseudarthrosen in der unteren Hälfte des Unterschenkels.

Bei diesen letzteren Amputationen am Orte der Wahl hat man in der früheren Zeit mit Recht grossen Werth darauf gelegt, die Absetzung genau an der Stelle der Pseudarthrose vorzunehmen, also durch die fibröse Zwischensubstanz hindurch ohne Absägen des Knochens. Man vermied auf diese Weise die Eröffnung der Markhöhle und die dadurch bedingte Gefahr der Pyämie. Jetzt ist durch den Schutz der Antiseptik diese Rücksicht hinfällig geworden und man wählt zur Amputation eben die am meisten geeignete Stelle; trifft sie mit der der Pseudarthrose gerade zusammen, so wird von einer Absägung des oberen Fragmentes Abstand genommen, falls letzteres eine für den Amputationsstumpf zweckmässige Form besitzt.